

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ
(YIL 2018– CİLT: 14 – SAYI 2)**

Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
Adına Sahibi /
Owner of Behalf of Süleyman Demirel University Faculty of Fisheries

Sevgi SAVAŞ

Baş Editör / Editor in Chief

Yunus Ömer BOYACI

Editörler / Editors

Şengül BİLGİN
Seval BAHADIR KOCA
Seçil METİN

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Salim Serkan GÜÇLÜ
Ufuk Gürkan YILDIRIM

İngilizce Editörü / English Editor

Yeşim ÖZOĞUL

İletişim / Contact

Süleyman Demirel Üniversitesi,
Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi Yayın Komisyonu Başkanlığı,
32260 Doğu Yerleşkesi-İSPARTA
Tel: 0 246 2118676- 66 Faks: 0 246 2118697
<http://sdu.dergipark.gov.tr/egirdir>
E-Posta: esufdergi@sdu.edu.tr
E-ISSN: 1308 - 7517

Yayın Tarihi: Haziran - 2018

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ
(YIL 2018 – CİLT: 14 – SAYI: 2)

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD*

Altan LÖK	Ege University, TÜRKİYE
Doru Stelian BĂNĂDUC	Lucian Blaga” University of Sibiu, ROMANIA
Ercüment GENÇ	Ankara University, TÜRKİYE
Erdoğan ÇİÇEK	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, TÜRKİYE
Erik JEPPESEN	Aarhus University, DENMARK
Eugenia BEZİRTZOGLU	Democritus University of Thrace, GREECE
Hamid Reza ESMAEILI	Shiraz University IRAN
Karim ERZINI	University of Algarve, PORTUGAL
Magdolna Müllerne TRENOVSZKI	Szent Istvan University, HUNGARY
Özkan ÖZDEN	İstanbul University, TÜRKİYE
Pavel KOZAK	University of South Bohemia, CZECHIA
Stamatis ZOGARİS	Hellenic Centre for Marine Reseach, GREECE
Stefan BERGLEITER	Naturland, GERMANY
Süheyla KARATAŞ STEINUM	İstanbul University, TÜRKİYE
Tom WİKLUND	Åbo Akademi University, FINLAND
Viladimir PESIC	University of Montenegro, MONTENEGRO
Yazdan KEIVANY	Isfahan University of Technology, IRAN

* Liste akademik unvan ve isme göre alfabetik sırayla hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH PAPERS:

- A Taxonomic Study on Zooplankton Fauna of Kiğı Dam Lake (Bingöl-Turkey).
Hilal BULUT..... 74-79
- Distribution and First Report of *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976)
From North of Cyprus and Gulf of Antalya, Turkey.
Yaşar ÖZVAROL, Aysu TATLİSES..... 80-83
- First record of *Halacarus actenos* Trouessart, 1889 (Halacaridae, Acari) from
Portugal.
Furkan DURUCAN, Pedro RANGE, Yunus Ömer BOYACI..... 84-88
- Van Balığı'nın (*Alburnus tarichi*, Gldenstdt 1814) Yaş Değişkenine Bağlı Olarak
Farklı Dokularındaki Bazı Metal Düzeylerinin İncelenmesi.
**Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN, Ahmet R. OğUZ, Fadime İRİBUğDAY, Burcu
ERGÖZ**..... 89-101
- Karadeniz'de Avlanan Tirsı Balığı (*Alosa immaculata* Bennett, 1835)'nin Yaş ve
Boy Kompozisyonundan Büyüme ve Populasyon Parametrelerinin Tahmini
**Süleyman ÖZDEMİR, Hilal SÖYLEYİCİ, Zekiye BİRİNCİ ÖZDEMİR, Ercan
ERDEM**..... 102-112
- Sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) yavrularında kanola küspesi içeren yemlere
selülaz ve fitaz enzimi ilavesinin yem dönüşüm oranı ve büyüme performansı
zerine etkileri
Nalan Özgür YİğİT..... 113-118
- Dyneema Lifinden Düğümsüz Ağ Yapımı ve Bazı Özellikleri
Mete KUŞAT, Tuğba KOCA..... 119-124
- Tunca Nehri'nin (Edirne) Rotifera Faunası ve Komünite Yapısı
Hüseyin GÜHER, Yasemin DEMİR..... 125-137
- İskenderun Körfezi Balıkçı Gemilerinin Yakıt (ÖTV'siz) ve Avcılık Miktarlarının
Diğer Balıkçı Gemileri İle Karşılaştırılması
Erhan ÇİLOğLU..... 138-147

DERLEME / REVIEWS

- Ağır Metal Kirliliğinin Biyoremediasyonunda Bazı Su içi ve Yüzücü Sucul
Makrofitlerin Kullanımı
**Danial NASSOUHİ, Mehmet Barga ERGÖNÜL, Şeyda FİKİRDEŞİCİ, Pınar
KARACAKAYA, Sibel ATASAğUN**..... 148-165

A Taxonomic Study on Zooplankton Fauna of Kığı Dam Lake (Bingöl-Turkey)

Hilal BULUT

Fırat University, Faculty of Fisheries, Elazığ, Turkey

Geliş : 18.07.2017

Kabul : 10.10.2017

Araştırma Makalesi / Research Paper

Sorumlu Yazar: hilalhaykir@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308-7517

[DOI: 10.22392/egirdir.329124](https://doi.org/10.22392/egirdir.329124)

Abstract

The present study was conducted to determine zooplankton fauna of Kığı Dam Lake during September 2012 and August 2013 seasonally. The zooplankton samples were collected by using plankton net with the mesh size of 55µm horizontally and preserved in 4% formaldehyde. Total 22 taxa (16 Rotifera, 4 Cladocera, and 2 Copepoda) were identified in Kığı Dam Lake. *Ascomorpha saltans*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Cephalodella gibba*, *Euchlanis dilatata*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane luna*, *Lecane lunaris*, *Notholca squamula*, *Polyarthra dolichoptera*, *Rotaria rotatoria*, *Synchaeta pectinata*, *Synchaeta oblonga*, *Trichocerca capucina* from Rotifera species; *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina* from Cladocera species; *Acanthodiptomus denticornis*, *Cyclops vicinus* from Copepoda species are new records for this dam lake. Zooplankton samples were consisted of 72.7% Rotifera, 18.2% Cladocera, and 9.1% Copepoda.

Keywords: Kığı Dam Lake, species distribution, zooplankton.

Kığı Baraj Gölü (Bingöl-Türkiye)'nün Zooplankton Faunası Üzerine Taksonomik Bir Çalışma

Özet

Kığı Baraj Gölü'nün zooplankton faunasını belirlemek için Eylül 2012 - Ağustos 2013 arasında yapılan mevsimsel çalışmada zooplankton örnekleri, 55 µm göz açıklığına sahip plankton kepçesi yardımıyla horizontal olarak toplanmış ve %4'lük formolde tespit edilmiştir. Baraj Gölü'nde toplam 22 takson (16 Rotifera, 4 Cladocera ve 2 Copepoda) teşhis edilmiştir Rotiferlerden *Ascomorpha saltans*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Cephalodella gibba*, *Euchlanis dilatata*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane luna*, *Lecane lunaris*, *Notholca squamula*, *Polyarthra dolichoptera*, *Rotaria rotatoria*, *Synchaeta pectinata*, *Synchaeta oblonga*, *Trichocerca capucina*; kladoserlerden *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina*; kopepodlardan *Acanthodiptomus denticornis*, *Cyclops vicinus* bu baraj gölü için yeni kayıttır. Zooplanktonik organizmaların % 72,7'sini Rotifera, % 18,2'sini Cladocera ve % 9,1'ini Copepoda oluşturmuştur.

Anahtar kelimeler: Kığı Baraj Gölü, sür dağılımı, zooplankton.

INTRODUCTION

The majority of zooplankton (Copepoda, Cladocera and Rotifera) transform the phytoplankton to animal protein (Cirik and Gökpınar, 1993), and they play a significant role in food chain. It was reported that some species are the indicators of water quality, and eutrophication due to their sensitivity to environmental changes and therefore zooplankton studies on lakes have acquired significant importance (Berzins and Pejler, 1987; Mikschi, 1989).

Although the abundance of zooplanktonic organisms are important especially in terms of feeding of fry they are also used as indicators water quality eutrophication and pollution levels.

Abundance and composition of zooplankton are closely related with water quality parameters and zooplankton abundance changes depending on trophic levels of lakes (Canfield and Jones, 1996).

Many studies were carried on zooplankton in Turkey (Özdemir and Şen, 1994; Göksu et al. 1997, 2005; Saler and Şen, 2002; Bozkurt and Sagat, 2008; Bulut and Saler, 2013a, 2013b; 2014a, 2014b; Saler et al., 2015a, 2015b). No previous research about zooplankton of Kiğı Dam Lake has been recorded. In this study zooplankton species and their seasonal variations of Kiğı Dam Lake have been investigated.

MATERIAL and METHODS

Kiğı Dam Lake was built on Peri Stream between 1997 and 2003. The maximum water capacity is 507.55 hm³ and has surface area 8.35 km² and maximum depth of 168 m (URL, 2016) (fig.1).



Figure 1. Stations of Kiğı Dam Lake

Table 1. Coordinates of stations in Kiğı Dam Lake

I. Station	II. Station	III. Station
39 ^o 22'10.27"N	39 ^o 22'19.03"N	39 ^o 22'24.01"N
40 ^o 20'47.75"E	40 ^o 21'0.71"E	40 ^o 20'52.34"E

In this research distribution of zooplankton were determined during September 2012 and August 2013 seasonally. The zooplankton samples were collected with a standard plankton net (Hydrobios Kiel, 25 cm diameter 55 µm mesh size) horizontally and the specimens were preserved in 4% formaldehyde solution. The species were identified according to Edmondson (1959), Flössner (1972), Ruttner-Kolisko (1974), Kiefer (1978), Koste (1978), Negrea (1983), Segers (1995), and Einsle (1996). Temperature and dissolved oxygen were measured by an Oxi 315i/SET oxygen-meter, pH by a Lamotte (pH 5-WC) model pH meter in situ.

RESULTS

A total of 22 taxa consisting of 16 Rotifera, 4 Cladocera and 2 Copepoda species were identified in the Dam Lake (Table 2).

Table 2. Seasonal distribution according stations of zooplankton fauna in Kiğı Dam Lake

Species	Autumn			Winter			Spring			Summer		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Rotifera												
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766)	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1832	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Cladocera												
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Daphnia cucullata</i> Sars 1862	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Daphnia longispina</i> Müller, 1875	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Copepoda												
<i>Acanthodiptomus denticornis</i> (Wierzejski, 1887)	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-

When seasonal distributions of species were examined, Rotifera was higher than Cladocera and Copepoda. According to the number of taxa, rotifers were the dominant group in the dam lake (72.7%) followed by Cladocera (18.2%) and Copepoda (9.1%). The highest of numbers of taxa were found in spring at station 2 (14 species) followed by autumn at station 2 (10 species). The lowest numbers of taxa were recorded in winter at first stations (4 species). Some water quality parameters (pH, dissolved oxygen, and surface water temperature) were measured at study field (Table 3).

Table 3. Seasonal changes of water quality parameters in Kiğı Dam Lake

	Autumn	Winter	Spring	Summer
Water temperature (°C)	16	7.2	17.2	22.5
pH	7.0	6.8	6.9	7.3
D.O (mgL ⁻¹)	6.2	7.3	6.0	5.2

Keratella cochlearis and *Polyarthra dolichoptera* from Rotifera were dominant. *Bosmina longirostris* was dominant, belong to Cladocera species. Dominant Copepoda species were found as *Cyclops vicinus*. *A.priodonta*, *K.cochlearis*, *L.lunaris*, *P.dolichoptera*, *S.pectinata* from Rotifera; *B. longirostris* from Cladocera and *C. vicinus* from Copepoda were identified in all seasons. *N.squamula* (winter) and *T.capucina*

(spring) from Rotifera; *C.sphaericus* (spring) and *D.cucullata* (spring) from Cladocera were recorded only one season.

DISCUSSION

Zooplankton is known as the indicator of trophic status of aquatic habitats. They are also used to signify the water quality in freshwater systems. *K. cochlearis* and *P. dolichoptera* from Rotifera are indicators of productive habitats, while *N. acuminata* and *N. squamula* are indicators of cold waters (Kolisko, 1974). In Kiğı Dam Lake *K. cochlearis*, *P. dolichoptera* and *N. squamula* were observed.

In Murat River (Bulut and Saler, 2014a), Kalecik Dam Lake (Bulut and Saler, 2013b), Peri Stream (Saler et al., 2011), that were located in the same region with Kiğı Dam Lake, rotifers were recorded as dominant species as to number of individuals and abundance, followed by Cladocera and Copepoda species.

In Beyhan Dam Lake (Bulut and Saler, 2014b), that is located in the same river with Kiğı Dam Lake dominant Rotifera species was *Keratella cochlearis* followed by *Polyarthra dolichoptera*. The similar results were observed in Kiğı Dam Lake.

K. cochlearis, *P. dolichoptera*, *B. longirostris* and *C. vicinus* are well known indicators of eutrophic waters (Ryding and Rast, 1989). Brachionus and Keratella species are inhabitants of moderately mesotrophic waters (Saksena, 1987). *K. cochlearis*, *P. dolichoptera*, *B. longirostris* and *C. vicinus*, were recorded in all seasons in Kiğı Dam Lake. Besides, *K. cochlearis*, *P. dolichoptera* are reported to be found in many aquatic environment and cosmopolite species and have got wide distribution habitats (Kaya and Altındağ, 2007; Saler et al., 2011; Bulut and Saler, 2014b).

Only four species from Cladocera were identified in the lake. *B. longirostris*, was observed in all seasons. *C. sphaericus* and *D.cucullata* were rarely found in Kiğı Dam Lake.

Blacher (1984), reported that cyclopoids could be more abundant in eutrophic lakes when compared with calanoids. Our data indicate that *C. vicinus* (belong to copepod) was present for every season of Kiğı Dam Lake

Saler and Haykır (2011), Saler et al. (2011) and Ipek Alish and Saler (2016), reported in winter there was decrease in zooplankton species abundance and a significant increase in spring and autumn. Similar results were found in this study. In spring the most number of species was recorded in the 2nd station with 14 species, whereas the least species number was recorded in winter in the 2nd and 3rd station. Only 5 species were recorded in the both stations in this season.

Temperature is known as one of the limiting factors for zooplankton abundance and distribution (Mikschi, 1989). It is known that there is a positive correlation between water temperature and species richness of zooplankton in aquatic environments (Hessen et al., 2007). In Kiğı Dam Lake water temperature measurements were in the range of 7.2-22.5 °C, 6.8-7.3 for pH and 5.2-7.3 mgL⁻¹ for dissolved oxygen values. Species richness of zooplankton is positively affected by an increase in temperature. Zooplankton distribution of Kiğı Dam Lake supports this hypothesis that species richness of zooplankton increased in warm months in spring and autumn.

REFERENCES

- Berzins, B. & Pejler, B. (1987). Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 147, 107-116.
- Blacher, E.C. (1984). Zooplankton trophic state relationships in North and Central Florida Lakes. *Hydrobiologia*, 109, 251-263.
- Bulut, H. & Saler, S. (2013a). Ladik Gölü (Samsun) zooplanktonu üzerine ilk gözlemler. *Su Ürünleri Mühendisleri Dergisi*, 51,74-78.
- Bulut, H. & Saler, S. (2013b). Kalecik Baraj Gölü (Elazığ- Türkiye) zooplanktonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 99-103.
- Bulut, H. & Saler, S. (2014a). Zooplankton variation of Murat River (Elazığ-within the borders Palu district). *Turk J Agrie-Food Sci Tech.*, 2(1),13-17.
- Bulut, H & Saler, S. (2014b). Zooplankton of Beyhan Dam Lake (Elazığ-Turkey). *Turkish Journal of Science & Technology*, 9(1), 23-28.
- Bozkurt, A. & Sagat, Y. (2008). Vertical distribution of Birecik Dam Lake (Turkey) zooplankton. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3), 332-342.
- Canfield, T.J. & Jones, J.R. (1996). Zooplankton abundance, biomass, and size distribution in selected Midwestern waterbodies and relation with trophic state. *Journal of Freshwater Ecology*, 11, 171–181.
- Cirik, S. & Gökpınar, Ş. (1993). Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayınları: 19, İzmir.
- Einsle, U. (1996). Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World No.10 SPB Academic Publishing. pp 82 (in London).
- Edmondson, W.T. (1959). Fresh Water Biology. Second edition, University of Washington. Seattle, pp.1248.
- Flössner, D. (1972). Krebstiere, Crustacea. Kiemen und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischlause, Branchiura., Tierwelt Deutschlands, 60. teil, veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 501 p
- Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Bozkurt, A. & Sarıhan, E. (1997). Seyhan Nehri'nin (Adana il merkezi sınırları içindeki bölümünde) Rotifera ve Cladocera faunası. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 439-443.
- Göksu, M.Z.L., Bozkurt, A., Taşdemir, M. & Sarıhan, E. (2005). Asi Nehri (Hatay, Türkiye) Cladocera ve Copepoda faunası. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2), 17-19
- Hessen, D.O., Bakkestuen, V. & Walseng, B. (2007). Energy input and zooplankton species richness. *Ecography*, 30, 749-758.
- Ipek Alış, N. & Saler, S. (2016). Zooplankton Fauna of Özlüce Dam Lake (Bingöl-Turkey). *BEU Journal of Science*, 5(1), 86-90.
- Kaya, M. & Altındağ A. (2007). Zooplankton fauna and seasonal changes of Gelingülü Dam Lake (Yozgat. Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 31, 347-351.
- Kiefer, F. (1978). Das Zooplankton der Binnengewasser 2. Teil. Freilebende Copepoda. Die Binnengewasser Band XXVI E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, Stuttgart. 315 p.
- Koste, W. (1978). Rotatoria, Die Radertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta. Berlin, Germany: Gebruder Borntraeger (in German)
- Negrea, S.T. (1983). Fauna Republici Socialiste Romania, Crustacea Cladocera. Academia Republici Socialiste.399 pp (in Romania).
- Mikschi, E. (1989). Rotifer distributions in relation to temperature and oxygen content. *Hydrobiologia*, 186-187, 209-214.
- Özdemir, Y. & Şen, D. (1994). Keban Baraj Gölü Uluova bölgesi zooplanktonunun mevsimsel dağılımı. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6, 154–162.

- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers, Biology and Taxonomy. Die Binnengenwasser, Volume XXVI/I, Supplement. Stuttgart, Germany: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
- Ryding, S.O. & Rast, W. (1989). The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs. (Man and the Biosphere) Parthenon Publication Group.
- Saksena, N.D. (1987). Rotifers as indicator of water quality. *Hydrobiology*, 15, 481-485.
- Saler, S. & Şen, D. (2002). A taxonomical study on the rotifera fauna of Tadım Pond (Elazığ). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19, 474-500.
- Saler, S. & Haykır, H. (2011). Zooplankton composition of Pulumur Stream (Tunceli, Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(11), 1401-1403.
- Saler, S., Eroğlu, M. & Haykır, H. (2011). Peri Çayı (Tunceli-Türkiye) zooplanktonu, *e Journal of New World Sciences Academy*, 6(2), 14-20.
- Saler, S., Bulut, H., Örnekci, G.N. & Uslu, A.A. (2015a). Ulaş Gölü (Ulaş-Sivas) zooplanktonu. *Int. J. Pure Appl. Sci.*, 1(2):112-121.
- Saler, S., Bulut, H., Birici, N., Tepe, R. & Alpaslan, K. (2015b). Karasu Nehri (Erzincan)'nin zooplanktonu. *Eğirdir Su Ürün Fak Derg.*, 11(1),10-16.
- Segers, H. (1995). The Lecanidae (Monogononta). In: Nogrady T. (ed) Rotifera 2. In: Dumont HJ (ed) Guides to the Identification of the Continental Waters of the World 6. SPB Academic, pp 226 The Hague, The Netherlands.
- URL,2016.https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1%C4%9F%C4%B1_Baraj%C4%B1_ve_Hidro_elektrik_Santrali.

Distribution and First Report of *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) From North of Cyprus and Gulf of Antalya, Turkey

Yaşar ÖZVAROL*, Aysu TATLİSES

Akdeniz University, Fisheries Faculty, Fisheries Department, Antalya, Turkey

Geliş : 28.07.2017

Kabul : 22.08.2017

Araştırma Makalesi / Research Paper

Sorumlu Yazar: ozvarol@akdeniz.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

[DOI: 10.22392/egirdir.331514](https://doi.org/10.22392/egirdir.331514)

Abstract

On 26 July 2017, 7 specimens of *Parupeneus forsskali* were caught at a depth 18 m in North Cyprus and a single specimen was caught at a depth 11 m, by trammel net, around pipeline charge system of marine aquarium in the gulf of Antalya, Turkey. Reports from different locations are pointed that the population of *P. forsskali* may be established in the eastern Mediterranean Sea.

Keywords: *Parupeneus forsskali*, North Cyprus, Gulf of Antalya, Eastern Mediterranean Sea

Parupeneus forsskali (Fourmanoir & Guézé, 1976)'nin Kuzey Kıbrıs ve Antalya Körfezi'nden İlk Kaydı ve Dağılımı

Özet

26 Temmuz 2017 tarihinde, Kuzey Kıbrıs'ta, uzatma ağları ile, 18 m derinlikten 7 adet ve Antalya Körfezi'nde, deniz akvaryumu su dolmuş borularının oluşturduğu sistemde, 11 m derinlikten 1 adet *Parupeneus forsskali* bireyi yakalanmıştır. *P. forsskali* türüne ait farklı yerlerde verilen kayıtlar, türün doğu Akdeniz'de popülasyonunu oluşturmuş olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Parupeneus forsskali*, Kuzey Kıbrıs, Antalya Körfezi, Doğu Akdeniz

INTRODUCTION

In recent years, as a result of the effect of global warming on the Mediterranean Sea, the temperature of the water increased. Introduction of new fish species is continuously change the composition of the fish fauna of the Mediterranean Sea (Turan and Ergüden, 2013). Up to recent years, there were known only 5 Mullideia family members (*Upeneus pori* (Por's goatfish) Ben-Tuvia and Golani, 1989, *Upeneus moluccensis* (Goldband goatfish) Bleeker, 1855, *Mullus barbatus barbatus* (Red mullet) Linnaeus, 1758, *Mullus surmuletus* (Surmullet) Linnaeus, 1758, *Pseudupeneus prayensis* (Cuvier, 1829) in the Mediterranean Sea (Bariche et al., 2013). By introducing *Parupeneus forsskali* (red Sea goatfish) Fourmanoir and Guézé, 1976 this number was increased to five.

Parupeneus forsskali is distinguished by a black spot on the upper side of the caudal peduncle; no teeth in the upper jaw and a black stripe, which start from the tip of its snout through the eye along the lateral line, and ending beneath the rear of the second dorsal fin (Randall, 2004).

In this study, *P. forsskali* was reported for the first time from North of Cyprus and Gulf of Antalya. Also the distribution of species from the eastern Mediterranean Sea was presented.

MATERIAL and METHODS

On 26 July 2017, seven specimens of *P. forsskali* were caught by a trammel nets (18 mm mesh size) at a depth 18 m in North Cyprus (35° 04' 624" N; 34° 00' 125" E) and a single specimen was caught by a spearfish at a depth 11 m, around pipeline charge system of marine aquarium (Figure 1) in the gulf of Antalya, Turkey (36°52'24.13"N; 30°39'30.80"E). All specimens were caught on sandy substrate. All measurements belonging all specimens were made with a digital caliper and by scale (0.01g).

Diagnostic features and morphometric characters were described according to Bariche (2013) and Gürlek et al. (2016).



Figure 1. *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) caught in North of Cyprus and an underwater photo from the Gulf of Antalya (northeastern Mediterranean)

RESULT and DISCUSSION

The first report of *P. forsskali* from the Turkish Mediterranean coast was in Taşucu, in 2004 (Çınar et al., 2006) and then it was reported from the Beirut, Lebanon, by Bariche et al. (2013). After this date, *P. forsskali* was reported from several locations by Sonin et al. (2013) from southern edge of Haifa Bay, Israel; by Iglésias and Frotté (2015) from Agia Triada, Cyprus; By Gurlek et al. (2016) from İskenderun Bay, by Yağlıoğlu and Ayas (2016) from Yeşilovacık, Turkey; by Mehanna et al. (2016) from Alexandria, Egypt; by Ali et al., 2016 from Jableh, Syria (Figure 2). In the current study, it is reported from North of Cyprus and gulf of Antalya (Table 1).

Table 1. Report locations with references

Reference	Country	Geographic location
Çınar et al., 2006	Mersin, Turkey	-----
Bariche et al., 2013	Beirut, Lebanon	33°55'N; 35°34'E
Sonin et al., 2013	Haifa Bay, Israel	32°51'N; 34°56'E
Iglésias and Frotté, 2015	Agia Triada, Cyprus	35° 3' N; 34°01'E
Gurlek et al., 2016	İskenderun Bay, Turkey	36°21'N; 35°49'E
Mehanna et al., 2016	Alexandria, Egypt	31°16'N; 30°10'E
Ali et al., 2016	Jableh, Syria	35°22'N; 35°50'E
Yağlıoğlu and Ayaş, 2016	Yeşilovacık Bay, Turkey	-----
Present Study	Gazimağusa, Cyprus	35°25'N; 33°49'E
	Gulf of Antalya, Turkey	36°52'N; 30°39'E



Figure 2. Map show where *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) reported in the eastern Mediterranean Sea

According to all of these reports from different locations of Mediterranean Sea, the population of *P. forsskali* may be established in the eastern Mediterranean Sea. Also, according to latest reports on the south of Turkey, it is expanding westward along to Turkey Mediterranean coasts. New reports can be waiting from Aegean coast of Turkey and Greece.

REFERENCES

- Ali, M., Diatta, Y., Alkusaury, H., Saad, A. & Capapé, C. (2016). First record of Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Osteichthyes: Mullidae) from the Syrian coast (Eastern Mediterranean). *Journal of Ichthyology*, 56(4), 616–619.
- Bariche, M., Bilecenoğlu, M. & Azzurro, E. (2013). Confirmed presence of the Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir and Guézé, 1976) in the Mediterranean Sea. *BioInvasions Records*, 2, 173-175.
- Çınar, M. E., Bilecenoğlu, M., Öztürk, B. & Can, A. (2006). New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions*, 1, 84-90.
- Ergüden, D. & Turan, C. (2013). Iskenderun ve Mersin Körfezi yabancı balık faunasındaki son gelişmeler. [Recent developments in alien fish fauna of the Gulf of Iskenderun and Mersin.] *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (1), 17-22.
- Gurlek, M., Gunduz, M. N., Uyan, A., Dogdu, S. A., Karan, S., Gurlek, M., Erguden, D. & Turan, C. (2016). Occurrence of the Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) (Perciformes: Mullidae) from Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean. *Naturel and Engineering Sciences*, 1(1), 1-5.
- Iglesias, S. P. & Frotte, L. (2015). Alien Marine Fishes in Cyprus: Update and New Records. *Aquatic Invasions*, 10(4), 425–438.
- Mehanna, S. F., Mahmoud U. M. & Eman, M. H. (2016). First occurrence of the Red Sea goatfish, *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) in the coastal waters of Egyptian Mediterranean Sea, *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 8(9), 94-97.
- Randall, J. E. (2004). Revision of the goatfish genus *Parupeneus* (Perciformes: Mullidae), with descriptions of two new species. *Indo-Pacific Fishes*, 36, 1–64.
- Sonin, O., Salameh, P., Edelist, D. & Golani, D. (2013). First record of the Red Sea goatfish, *Parupeneus forsskali* (Perciformes: Mullidae) from the Mediterranean coast of Israel. *Marine Biodiversity Records*, 6, e105.
- Yağlıoğlu, D. & Ayas, D. (2016). New occurrence data of four alien fishes (*Pisodonophis semicinctus*, *Pterois miles*, *Scarus ghobban* and *Parupeneus forsskali*) from the North Eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay, Turkey). *Biharean Biologist*, 10(2), 150-152.

First record of *Halacarus actenos* Trouessart, 1889 (Halacaridae, Acari) from Portugal

Furkan DURUCAN^{1*}, Pedro RANGE², Yunus Ömer BOYACI³

¹Işıklar Caddesi No 16, 17 TR-07100 Antalya, Turkey

²Department of Biological and Environmental Sciences, Collage of Arts and Sciences, Qatar University, Doha, Qatar

³Faculty of Eğirdir Fisheries, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey

Geliş : 24.10.2017

Kabul : 27.02.2018

Araştırma Makalesi / Research Article

*Sorumlu Yazar: f_durucan@hotmail.com

E.Dergi ISSN: 1308 – 7517

DOI: [10.22392/egirdir.346221](https://doi.org/10.22392/egirdir.346221)

Abstract

In this study, the genus *Halacarus* Gosse, 1855 with the species *H. actenos* Trouessart, 1889 is recorded from Algarve region of Albufeira coast, Portugal for the first time. Diagnoses for the genus *Halacarus* and the description of male and deutonymph of *H. actenos* are given with original illustrations. The body illustrations of deutonymph of the *H. actenos* given in the present study for the first time.

Keywords: Halacaridae, Acari, *Halacarus actenos*, Portugal.

Halacarus actenos Trouessart, 1889 (Halacaridae, Acari)' un Portekiz'den İlk Kaydı

Özet

Bu çalışmada, *Halacarus* Gosse, 1855 cinsine ait *H. actenos* Trouessart, 1889 türünün Portekiz'in Algarve bölgesindeki Albufeira kıyılarından kaydı ilk kez verilmektedir. *Halacarus* cinsinin teşhisi, erkek ve deutonymph bireylerin tanımları özgün çizimleri ile birlikte verilmiştir. *H. actenos*'un deutonymph bireyinin vücut çizimleri ilk kez bu çalışmada verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Halacaridae, Acari, *Halacarus actenos*, Portekiz.

INTRODUCTION

The cosmopolitan halacarid genus *Halacarus* Gosse 1855 with more than 70 species have been described worldwide (Bartsch, 2009). Most of the *Halacarus* species lack a posterior dorsal plate. The idiosoma length of *Halacarus* species is between 250-1500 µm with most species distinctly exceeding 400 µm in length (Bartsch, 2011). Anterior dorsal plate (AD) often with frontal spine. Ocular plate (OC) and/or posterior dorsal plate (PD) absent in several species. The majority of species with 5 pairs of distinct gland pores. Dorsum with 5-6 pairs of setae. Gnathosoma longer than wide. Palps 4-segmented. Leg I longer than wide in most species. One free-living larval and two nymphal stages before adult. More records have been recorded in the southern oceans. The genus inhabits from shallow to the deep-sea (Bartsch, 2006).

MATERIAL and METHODS

Specimens were collected on 11 May 2013 at Praia da Falésia (Albufeira-Portugal) (37.077578°N; 8.275076° W), among various intertidal macroalgae (Fig.1). The samples were sorted at the University of Algarve, CCMAR, Ecology and Restoration of Estuarine

and Coastal Habitats laboratory, Faro, Portugal. Microscopy studies, drawings and identification of the mites were done in University of Süleyman Demirel, Fisheries Faculty, Ecology and Limnology Laboratory, Isparta, Turkey. The specimens were cleared in lactic acid, mounted in Hoyers medium and deposited in the first author's personal collection (FD-PORHAL/01) (colls. P. Range and F. Durucan).



Figure 1. Map of showing the sampling station.

RESULTS

Systematics

Family Halacaridae Murray, 1877

Genus *Halacarus* Gosse, 1855

Halacarus actenos Trouessart, 1889

Material examined. One male (Fig. 2) and one deutonymph (Fig. 3)

Male. Idiosoma 625 μm long to the tip of the frontal spine and 375 μm wide. AD 200 μm long, 87 μm wide, extending to cornea, bearing a pair of well-developed pores and a pair of setae. OC reduced very much. ds-1 on AD. ds-2 to ds-6 striated integument (Fig. 2A). AE 63 μm long, 300 wide with three pairs of setae. PE 175 μm long, 95 μm wide with 1 dorsal, and 3 ventral setae. GA 145 μm long, 164 μm wide (Fig. 2B). GO surrounded by 94 pgs and four pairs of sgs (Fig. 2C). Length of gnathosoma 195 μm long, 80 μm wide. Palps 4 segmented. Total palp length is 150 μm . P-2 with 2 setae. P-3 short, with a medial spine. P-4 with 3 setae (Fig. 2D). Leg I and I chaetotaxy (from basifemur to tarsus): leg I, 2, 11, 10, 10, 8; leg II, 2, 9, 9, 11, 9 (Figs. 2F,G). Leg III and IV lost.

Deutonymph. Idiosoma 437 μm long and 330 μm wide. AD 137 μm and 87 μm wide with a pair of well-developed pores (Fig. 3A). AE 63 μm long, 300 μm wide with three ventral setae. PE 150 μm long, 87 μm wide with one dorsal and two pairs of ventral setae. Two pairs of genital acetabula with a pair of sgs (Fig. 3B). Gnathosoma 165 μm long, 88 μm wide. Palps 4 segmented. Total palp length is 137 μm (Figs. 3C,D). Leg I-IV chaetotaxy (from basifemur to tarsus): leg I, 3, 6, 8, 10, 6; leg II, 3, 6, 9, 9, 8; leg III, 2, 3, 7, 9, 8; leg IV, 1, 3, 5, 7, 7 (Figs. 3E-H).

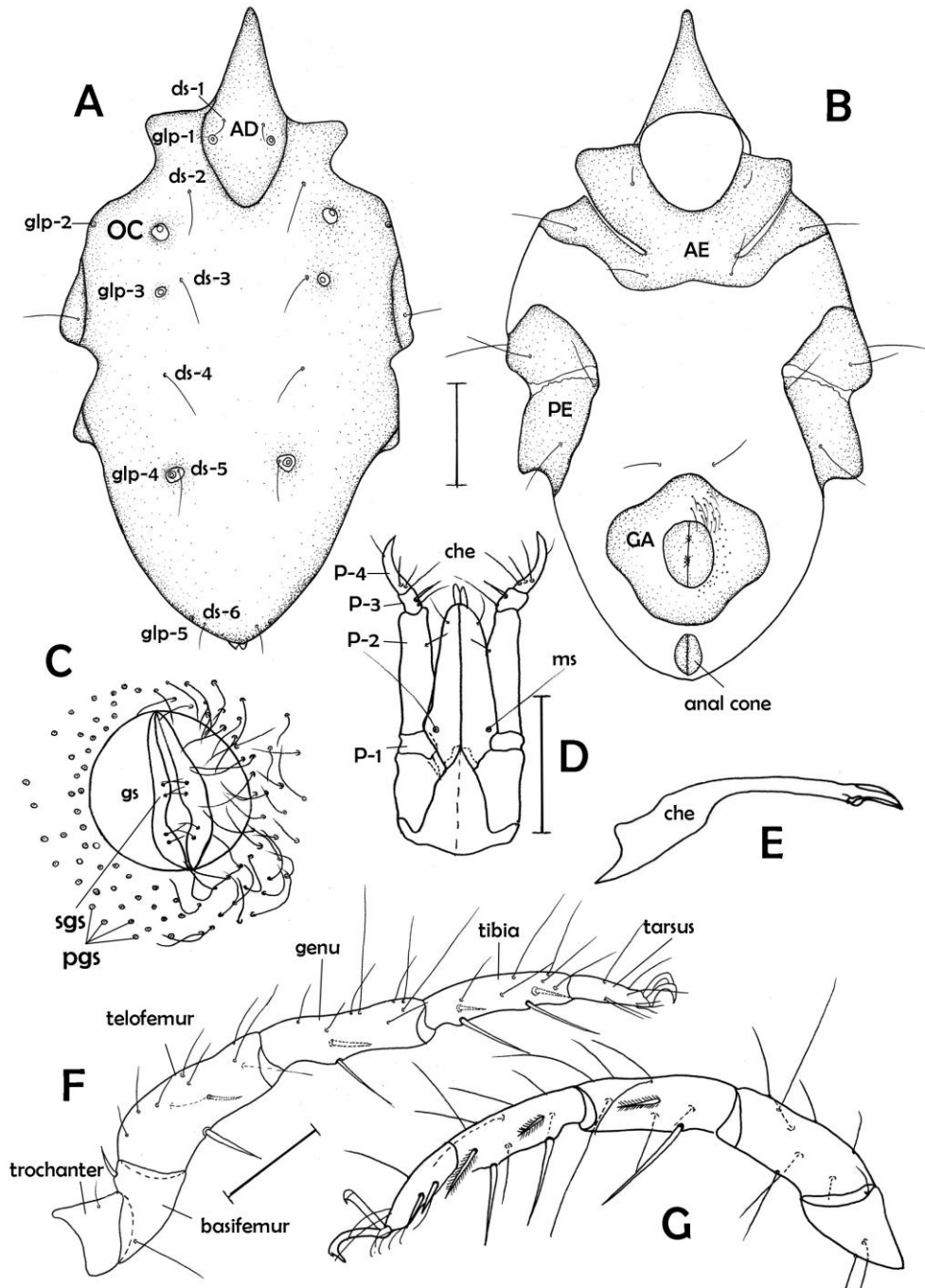


Fig. 2: *Halacarus actenos* (♂). **A.** idiosoma, dorsal, **B.** idiosoma, ventral, **C.** GA, genital opening, **D.** gnathosoma, ventral, **E.** chelicerae, lateral, **F.** leg I, lateral, **G.** leg II, lateral, **AD.** anterior dorsal plate, **AE.** anterior epimeral plate, **che.** chelicerae, **ds-1 to ds-6.** first to sixth dorsal setae, **GA.** genitoanal plate, **glp.** gland pore, **gs.** genital sclerite, **ms.** maxillary setae, **OC.** Ocular plate, **PE.** posterior epimeral plate, **pgs.** perigenital setae, **P-1 to P-4.** first to fourth palpal segments, **sgs.** subgenital setae. Scale bars: 50 µm.

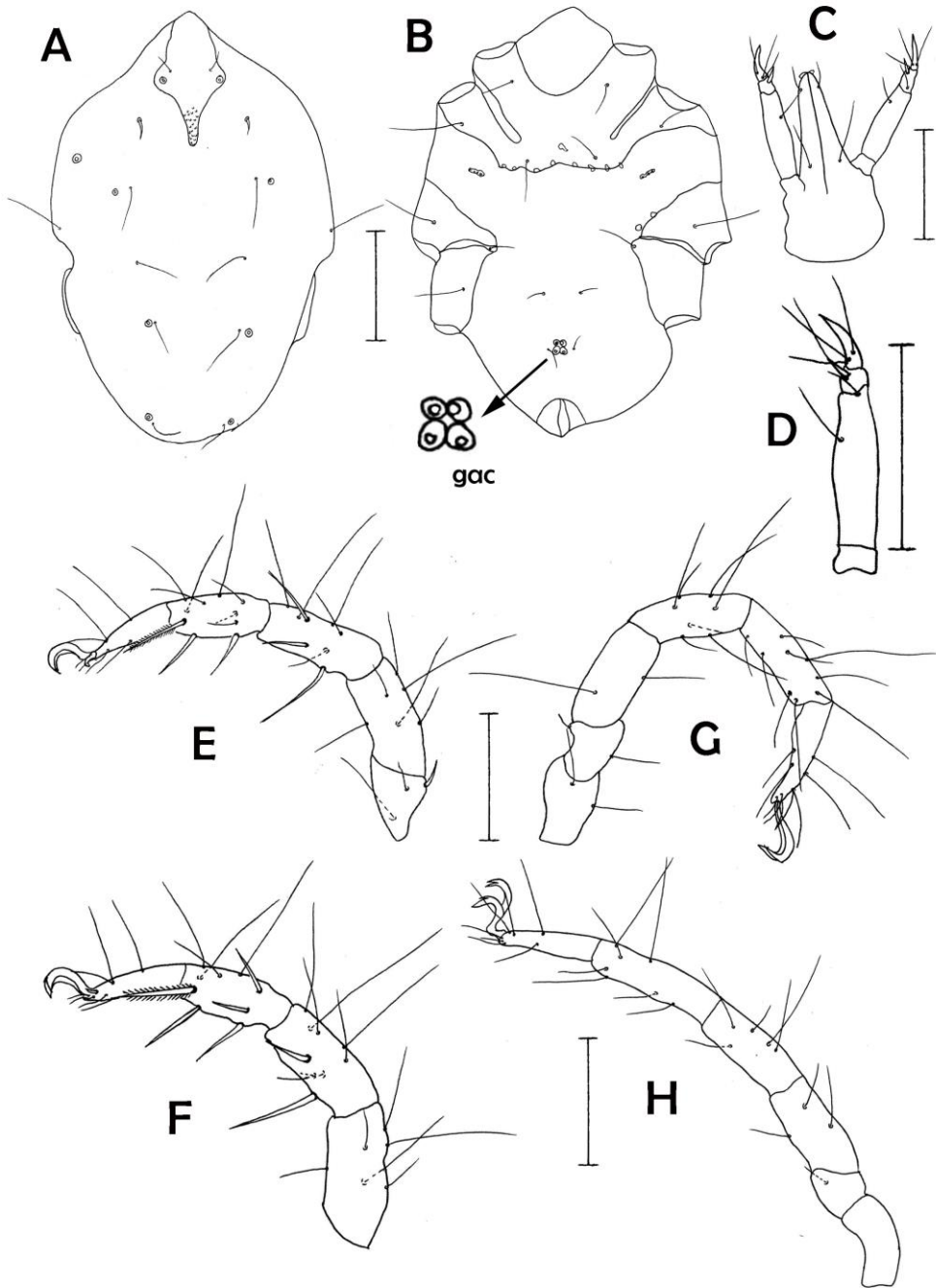


Fig. 3: *H. actenos* (deutonymph): **A.** idiosoma, dorsal, **B.** idiosoma, ventral, **C.** gnathosoma, ventral, **D.** palp, lateral, **E.** leg I, lateral, **F.** leg II, lateral, **G.** leg III, lateral, **H.** leg IV, lateral, **gac.** genital acetabula. Scale bars: 100 μ m.

DISCUSSION

Research on halacarid mites in Portugal is almost unknown. There are some records from the Great Meteor Seamount near to the Portuguese coast and a few records from Azores, too (personal communication with Prof Dr Almir Pepato, Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil). The species, *Halacarus actenos* has been recorded from calcareous algae from Praia de Vidrieiro and Barqueiro (Galicia, Spain) as a listed by (Pepato, 2009). *H. actenos* was previously recorded from UK, Ireland, The Netherlands, France Atlantic coasts (Bay of Morlaix, Le Croisic, Baie de Port-lin, Arcachon, Saint Jean-de-Luz), Spain and USA (Florida). But, Bartsch (2009;2011) outlined that record from USA (Florida) by (Newell, 1947) is need confirmation.

This is the first record of *H. actenos* from Portugal and constitutes the second record for the Iberian Peninsula. Our specimens found in this study fit well the description of those reported by (Lohmann, 1893), (Viets, 1940) and (Bartsch, 1980;2011). The illustration of the deutonymph specimen of the species for the first time given with the present study.

Acknowledgements: Special thanks are due to all ECOREACH laboratory personel for their kind support to the first author's Erasmus⁺ activities at CCMAR, Universidade do Algarve, Portugal.

REFERENCES

- Bartsch, I. (1980). Halacaridae (Acari) aus der Bucht von Morlaix (Bretagne). *Acarologia*, 21, 34–45.
- Bartsch, I. (2006). Halacaroidea (Acari): a guide to marine genera. *Organisms Diversity Evolution*, 6 (6), 1-104.
- Bartsch, I. (2009). Checklist of marine and freshwater halacarid mite genera and species (Halacaridae: Acari) with notes on synonyms, habitats, distribution and descriptions of the taxa. *Zootaxa*, 1998, 1-170p.
- Bartsch, I. (2011). *Halacarus socius* (Acari: Halacaridae), description of the male and diagnoses of species of the *Halacarus actenos* group. *Zootaxa*, 2800, 18-40.
- Lohmann, H. (1893). Die Halacarinen der Plankton-Expedition. *Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt Stiftung*, 2. G. a, 11-95.
- Newell, I. M. (1947). A systematic and ecological study of the Halacaridae of eastern North America. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection*, 10, 1-232.
- Pepato, A. R. (2009). Posição filogenética dos ácaros Actinotrichida (Chelicerata) e espermatologia comparada dos Halacaridae (Actionotrichida). PhD thesis, Instituto de Biociências (IB). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil 289p. Retrieved from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-02032010-110711/pt-br.php>
- Viets, K. (1940). Meeresmilben aus der Adria (Halacaridae und Hydrachnellae, Acari). *Archiv für Naturgeschichte, (Neue Folge)* 9, 1-35.

Van Balığı'nın (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814) Yaş Değişkenine Bağlı Olarak Farklı Dokularındaki Bazı Metal Düzeylerinin İncelenmesi*

Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN^{1**}, Ahmet R. OĞUZ², Fadime İRİBUĞDAY², Burcu ERGÖZ²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Van

Geliş : 31.10.2017

Kabul : 03.01.2018

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu yazar: aslicyeltekin@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308-7517

[DOI: 10.22392/egirdir.348088](https://doi.org/10.22392/egirdir.348088)

Özet

Çevresel kirlenme sonucu meydana gelen kirlilik, her geçen gün ekosistemi ve insanları daha fazla tehdit etmektedir ve bu durum Van Gölü için de geçerlidir. Bu amaçla Van Balığının (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814) farklı yaşlara göre bazı metal düzeylerinin değişimi araştırılmıştır. Çalışmada alınan Van Balıklarının kas, karaciğer, solungaç, böbrek, bağırsak, gonad ve beyin dokularında berilyum(Be), bizmut (Bi), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), selenyum (Se), nikel (Ni), mangan (Mn), kobalt (Co), krom (Cr), lityum (Li), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve potasyum (K) elementleri inductively-coupled plasma-optic emission spectroscopy (ICP-OES) ile analiz edilmiştir. Sonuçlar toksik elementler, eser elementler ve makro elementler olarak değerlendirilmiştir. Oldukça toksik olan Be, Bi, Pb ve Cd elementleri Van balığı dokularında tespit edilmiştir. Özellikle de beyin dokusunda konsantrasyonların daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ni metalinin beyin dokusu konsantrasyonun diğer dokulara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya genel olarak bakıldığında, 3 yaş ve 4 yaş gruplarının metal konsantrasyon değerleri arasında fark gözlenmezken 5 yaş grubunun değerlerinin farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Anahtar kelimeler: Van Balığı, Toksik elementler, Eser elementler, Makro elementler, ICP-OES, Van Gölü

Investigation of Some Metal Levels in Different Tissue Dependent on the Age Variation of Van Fish (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814)

Abstract

Environmental pollution is threatening ecosystem and people more and more every day and this is also true for Van Lake. For this purpose, the changes of some metal levels according to different ages of Van Fish (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814) were investigated. In the study, muscle, liver, gill, kidney, intestine, gonad and brain tissues of Van fish were taken. Inductively-coupled plasma-optic emission spectroscopy (ICP-OES) was used to determine levels of beryllium (Be), bismuth (Bi), lead (Pb), cadmium (Cd), iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), selenium (Se), manganese (Mn) cobalt (Co), chromium (Cr), lithium (Li) calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na) and potassium (K). The results were evaluated as toxic elements, trace elements and macro elements. The highly toxic elements such as Be, Bi, Pb and Cd were detected in Van fish tissues. In particular, concentrations of them in the brain tissue were observed to be higher. The concentration of Ni metal in the brain tissue was found to be higher than other tissues. In general, it was determined that metal values of the 5-year-old group were significant although there was no difference between the metal concentration values of the 3-year and 4-year groups ($p<0.05$).

Key words: Van fish, Toxic elements, Trace elements, Macro elements, ICP-OES, Van Lake

***Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2015-HIZ-FEN161 projesiyle desteklenmiştir.**

GİRİŞ

Karasal kaynaklı gıdaların yanı sıra su ürünleri de besin değeri bakımından önemli bir yere sahiptir. Dünya sağlık örgütü tarafından kişi başına yılda 12 kg balık tüketilmesi gerektiği belirtilmiştir. Günümüzde balık, bileşenlerinin incelenmesi ve besin maddelerinin sağlığımız üzerindeki etkisinin belirlenmesi ile önemli bir protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Cahu vd., 2004).

Teknoloji ve sanayinin ilerlemesi ile su kaynakları giderek kirlenmektedir. Çevresel kirlenme sonucu meydana gelen kirlilik, her geçen gün ekosistemi ve insanları daha fazla tehdit etmektedir. Çevresel şartlar göz önüne alındığında ağır metaller en tehlikeli çevre kirleticileridir. Çünkü; fiziksel yollarla ayırılmamakta ve uzun süre varlıklarını sürdürebilmektedirler (Kassai vd., 2008). Ağır metaller su hayvanları için de toksik etki göstermektedir. Balıklarda biriken ağır metaller solungaç yüzeyinde çözünmeyen organometalik bileşikler oluşturur. Oluşan bu bileşikler kan ile balığın dokularına taşınmaktadır (Kromhout vd., 1985). Balık biyolojik döngü içerisinde önemli bir protein kaynağı olarak yer almaktadır. Balıklarda artan ağır metal seviyesi balıkla beslenen canlıların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Ağır metaller yüksek ya da düşük konsantrasyonlarda element dengesini bozarak bazı hastalıklar için risk faktörü oluşturmaktadırlar (Khaled, 2009; He vd., 2009).

Türkiye iç su balık üretiminde sazan balığından sonra ikinci sırada yer alan Van Balığı (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814), bölge halkı için önemli bir protein kaynağı olduğundan büyük ekonomik öneme sahiptir (Anonim, 2002). Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda Van Gölü'nün kimyasallar tarafından kontamine olduğu ve bu kirliliğin balıkta farklı organlarda anormalliklere neden olduğu bildirilmiştir (Oğuz ve Kankaya, 2013). Göldeki kirliliğin kaynağı, Van Gölü kıyısında bulunan yerleşim yerlerinden ve sanayi alanlarından göle boşaltılan evsel ve sanayi atıklarıdır. Yerleşim yerlerinde arıtma tesisleri kapasitenin altında çalışmakta veya bulunmamaktadır. Yaptığımız bu çalışmada, farklı yaşlardaki Van Balıklarının yedi farklı dokusunda bulunan bazı metal düzeylerinin değişiminin araştırılması planlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Balık

Çalışmada toplam 70 adet Van balığı (*Alburnus tarichi*, Guldenstädt 1814) Van Gölü'nde avlanan balıkçılardan temin edilmiştir. Laboratuvar ortamında ağırlık (g), çatal boy uzunluğu (cm) ve cinsiyet tayini yapıldıktan sonra kas, karaciğer, solungaç, böbrek, gonad, beyin ve bağırsak dokuları analiz işlemi yapılmaya kadar -20 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Her bir balıktan alınan operkulum örneğinden yaş tayini yapılmıştır.

Numune Hazırlığı

Dondurulmuş olan balık dokularından yaklaşık 1 gram tartılmıştır. Alam vd.,(2002) metoduna göre analize hazırlanan dokular cam tüplere konularak üzerine %65'lik HNO₃ (Merck, Germany) eklenmiştir. Dokuların parçalanması için 200 °C'de üç saat etüvde bekletilmiştir. Tamamen kuruyan tüplere %65'lik HNO₃ ile hazırlanan 1N 2 ml çözeltiden eklenip 200 °C etüvde kurutma işlemi tekrarlanmıştır. Tüplerde kalıntı kalmayınca kadar bu işlem tekrarlanmıştır. Son aşamada etüvde kurutulan tüpler soğuduktan sonra üzerine

2,5ml 1N HNO₃ eklenip deiyonize saf su ile hacim 10ml'ye tamamlanarak analize hazır hale getirilmiştir. Hazırlanmış olan dokular ICP-OES (Thermo scientific İCAP 6000 Series) ile analiz edilmiş olup, Be, Bi, Pb, Cd, , Fe, Cu, Zn, Se, Ni, Mn, Co, Cr, Li, Ca, Mg, Na ve K elementlerinin düzeyleri tespit edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Van balığından alınan numunelerde metal düzeylerinin analizleri yapıldıktan sonra, elde edilen sonuçların standart sapmaları tespit edilerek güven aralıkları oluşturulmuştur. Verilere tek yönlü Varyans analizi (One-way ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan multiple comparison test) uygulanarak veriler arasında farklılıkların olup olmadığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Van balığının doku ve organ örneklerinde yaş sınıflandırmasına göre Be, Bi, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn, Se, Ni, Mn, Co, Cr, Li, Ca, Mg, Na ve K elementleri analiz edilmiştir. Elde edilen veriler toksik elementler, eser elementler ve makro elementler olarak incelenmiştir.

Eser elementler

Berilyum

Metalik berilyum bilinen en zehirli maddelerden bir tanesi olup, berilyum bileşikleri de canlılar ve ekosistem için tehlikeli ve zehirli etkileri olan kimyasallardır. (EPA, 2001).

Toksik etkili olan berilyumun balıkta bulunması gereken düzeyi literatürlerde bildirilmemiş olup, Van balığının kas ve beyin dokularında tespit edilmiştir (Tablo 1). Kuzeydoğu Çin'de sazan ile yapılan ve diğer toksik elementleri içeren bir çalışmada Al, Ti, Ba, Ag, Sn, Tl, Ga, Sb element düzeylerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir (Qin vd., 2015).

Bizmut

Bizmutun karaciğer ve böbrek üzerindeki toksik etkilerinin tedavi edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiş olup, yüksek dozları ölümcül olabilmektedir. Endüstriyel olarak ağır metaller arasında en az toksik olanlar arasında kabul edilmiştir (Fowler ve Sexton, 2007).

Radyoaktif uygulamalarda kullanılan ²⁰⁷Bi dışında, balıklarda standart Bi düzeyi literatürlerde bildirilmemiştir. Çalışmada, 5 yaş grubu kas Bi düzeyi yüksek olup bu farklılık istatistiksel olarak da anlam ifade etmektedir ($p<0,05$) (Tablo 1). Medeiros vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada en yüksek Bi düzeyi *Salmo salar* balık türünde (0,3 mg/kg) tespit edilmiştir. Sunulan çalışmada değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir.

Kurşun

Kurşun, proteinler üzerindeki sülfidril, fosfat ya da karboksil köklerine bağlanarak enzimleri etkisizleştirir, ayrıca kalsiyum, çinko ve demir ile etkileşir. Böylece hücre zarlarını etkiler, sinirsel iletiyi bozar, hücrenin redoks olaylarını etkiler ve nükleotid metabolizmasını bozarak çoklu sistem hasarı oluşturur (Markowitz, 2007).

Su ürünlerindeki maksimum kurşun limiti standartlarda 1 mg/kg düzeyini geçmemeliyken çalışmamızda beyin dokusunun her grupta bu değeri aştığı görülmektedir (Anonim, 2002). Van Gölü'nün suyunda yapılan bir çalışmada suyun Pb düzeyi 0,214 mg/L olarak tespit edilmiştir (Oğuz ve Yeltekin, 2014). Çalışmada beyin dokusu Pb

düzeyinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Beyin dokusundaki Pb düzeyinin fazlalığı kurşunun daha çok sinir sistemine etki ettiği fikrini verebilir. Karşılaştırılacak olursa Medeiros vd. (2012), yaptıkları çalışmada Pb düzeyini en yüksek *Salmo salar*'da 0,01 mg/kg ve en düşük *Cynoscion leiarchus*'da 0,5 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Mersin Körfezinden örneklenen *Scomber japonicus*, *Caranx rhoncus*, *Pegusa lascaris* türlerinin bazı dokularında Zn, Cu, Pb ve Cd düzeylerinin belirlendiği bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada dalak dokusunda Cu ve Cd düzeyleri yüksek bulunurken karaciğer dokusunda da, Pb düzeyinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Karayakar vd., 2017). Ayrıca Kuzeydoğu Çin'de üç farklı çiftlikte sazan türleriyle yapılan bir çalışmada en yüksek *Crucian carp* türünde 0,326 mg/kg en düşük *Ctenopharyngodon idellus* türünde 0,013 mg/kg olarak bulmuşlardır (Qin vd., 2015). Türkiye'de Kuzeydoğu Akdeniz'de üç balık türü ile çalışma yapılmıştır. Çalışmada kas dokusunda en yüksek Pb düzeyi *Saurida undosquamis* türünde 4,149 mg/kg en düşük *Mullus barbatus* türünde 1,332 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Türkmen vd., 2005). Yılmaz ve Öktem (2007) yaptıkları çalışmada ton balıklarında Pb değerini 0,058-0,0863 mg/kg arasında bulmuşlardır. Tayvan'da Lin ve diğerleri (2004)'nin araştırmalarında *Crassostrea gigas*'da Pb'ü 0,17 mg/kg bulmuşlardır. Bu çalışmaların yaptığımız çalışma ile beyin dokusu dışında uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Yaşa göre Van Balığının toksik element (Be, Bi, Pb, Cd), düzeylerinin bazı dokulardaki değişimi ($\mu\text{g/g}$).

	Kas	Karaciğer	Solungaç	Beyin	Böbrek	Bağırsak	Gonad	
Be	3 yaş	0,004±0,004	ALA	ALA	0,098±0,13 ^a	ALA	ALA	
	4 yaş	ALA	ALA	ALA	0,016±0,008 ^a	ALA	ALA	
	5 yaş	ALA	ALA	ALA	ALA	ALA	ALA	
Bi	3 yaş	0,014±0,007 ^a	0,15±0,22 ^a	0,01±0,007 ^a	0,07±0,08 ^a	ALA	ALA	
	4 yaş	0,012±0,006 ^a	0,06±0,07 ^a	0,01±0,005 ^a	0,06±0,13 ^a	ALA	ALA	
	5 yaş	0,021±0,007 ^b	0,04±0,01 ^a	0,01±0,006 ^a	0,04±0,02 ^a	ALA	ALA	
Pb	3 yaş	0,10±0,15 ^a	0,43±0,69 ^a	0,37±0,53 ^a	9,04±5,00 ^a	0,23±0,18 ^a	2,74±3,407 ^a	0,38±0,37 ^a
	4 yaş	0,14±0,18 ^a	1,78±5,12 ^a	0,34±0,20 ^a	13,25±13,80 ^a	0,62±0,79 ^a	0,83±1,05 ^a	0,19±0,18 ^a
	5 yaş	0,10±0,06 ^a	0,03±0,02 ^a	0,59±0,73 ^a	23,07±38,85 ^a	0,61±0,48 ^a	3,13±2,56 ^a	0,31±0,27 ^a
Cd	3 yaş	0,70±0,54 ^a	1,08±0,81 ^a	1,72±1,25 ^a	3,65±1,97 ^a	ALA	ALA	ALA
	4 yaş	0,48±0,27 ^a	0,93±0,46 ^a	1,07±0,84 ^a	2,84±1,85 ^{ab}	0,50±0,05 ^a	0,59±0,47	0,70±0,46 ^a
	5 yaş	0,72±0,21 ^a	0,84±0,94 ^a	0,85±0,72 ^a	5,81±0,56 ^b	0,55±0,26 ^a	ALA	ALA

^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$) ALA: Analiz limitinin altında.

Kadmiyum

Ağır metaller içerisindeki en tehlikeli ve toksik maddelerden biri kadmiyumdur. Canlılarda kadmiyum en fazla böbrek ve karaciğerde birikir. Ayrıca organizmalar kadmiyumu kalsiyum gibi algılar ve vücutta kalsiyum eksilmesinden dolayı kemikler yavaş yavaş zayıflamaya başlar (John, 1980).

Kadmiyum toksik elementi Pb elementi gibi beyin dokusunda diğer dokulardan daha yüksek düzeylerde tespit edilmiştir. Çalışmada, beyin dokusu sonuçları istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 1). Yine toksik olan bir elementin beyinde ve 5 yaş

grubunda yüksek olması yaş ilerledikçe ağır metal birikiminin sinir sisteminde arttığını gösterebilir. Yılmaz ve Öktem (2007) ton balıkları ile yaptıkları bir çalışmada Cd değerinin 0,020-0,041 mg/kg bulmuşlardır. Tayvan'da Lin ve arkadaşları (2004) *Crassostrea gigas* türünde Cd miktarını 0,15 mg/kg olarak tespit etmiştir. Ringa balığının cinsiyetlerine göre yapılan bir çalışmada en yüksek erkek balıkların karaciğerinde 0,912 µg/g en düşük dişi balıkların solungacında 0,189 µg/g tespit edilmiştir (Visnjic-Jeftic vd., 2010). Yine yaş ve mevsime göre farklı dokularda yapılan bir çalışmada *Abramis brama* L. balığının sonbaharda 7 yaş üstü gruplarda Cd değerini en yüksek 2,10 µg/g ve en düşük ilkbaharda 3 yaş grubunda 0,42 µg/g olarak bulmuşlardır (Farkas vd., 2003). Her ne kadar limit değer üzerinde olsa da sonuçlar diğer makalelerdeki değerler ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Fakat Basra Körfezindeki Balıklarda Pb, Cd, As, ve Hg ağır metal seviyelerinin tespit edildiği bir çalışmada kurşun $91,67 \pm 21$, kadmiyum $60,37 \pm 7,07$ µg/g olarak tespit edilmiştir (Rahimi ve Gheysari 2016). Bu değerler sunulan çalışmanın değerlerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.

Eser elementler

Demir

Organizmada, başta hemoglobin, miyoglobin, solunum enzimlerinde olmak üzere çeşitli dokularda bulunur (Ası, 1995). Eksikliğinde görülen en temel hastalık anemidir. Genelde bu değer balığın tür, yaş, su sıcaklığı ve cinsiyete göre değişmektedir (Erer, 2002; Murai vd., 1981). Edirne Altinyazı Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Blicca bjoerkna*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca* türlerinin farklı dokularında (solungaç, kas, karaciğer, böbrek) ağır metal birikimlerinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada balık dokularında ölçülen Cd ve Pb değerleri kabul edilebilir limit değerlerin üzerinde olduğu bulunmuştur. Cr, Zn, Fe ve Pb metallerinin *C. carpio* türünde birikimi diğer türlerden farklı olduğu bulunmuştur (Çetin vd., 2016). Sunduğumuz çalışmanın verilen element düzeylerinin bu çalışmada verilen element düzeylerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada solungaç dokusunun 3-4 yaş grubu ile 5 yaş grubu değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 2). Bu durum balığın yaşının ilerlemesi ile Fe düzeyinin özellikle O₂ taşıma sisteminde düşmeye başladığını gösterebilir. Qin vd., (2015) kas dokusunda en yüksek Fe düzeyini *Carassius carassius* türünde 10,5 mg/kg ve en düşük *Ctenopharyngodon idellus* türünde 4,22 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Van balığının 4 yaş grubunun Fe düzeyi karaciğer dokusunda en yüksek, kas dokusunda da en düşük seviyede bulunmuştur. Değerlerin literatürlerde bildirilenlerden genelde daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Bakır

Organizmada, plazmada, karaciğerde, beyinde oksidaz enzimlerinin yapısında bulunur. Bakır, birçok protein için kofaktördür. Bakır, mitokondrial enerji jenerasyonunda, demir homeostazında, serbest oksijen detoksifikasyonunda, konnektif doku formasyonunda, dopamin ve melanin biyosentezinde önemli rol oynar (Ferenci, 2004; Das ve Ray, 2006).

Bakır enzimlerinin yapısında daha çok bulunduğu için yapılan çalışmada bunu destekler şekilde karaciğerin Cu değerlerinin genelde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada böbrek dokusu sonuçlarının 3-4 yaş grubunda 5 yaş grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Demirezen ve Uruç (2006) balıklarda Cu

miktarını 0,0718-0,1001 mg/kg belirlemişlerdir. Qin vd. (2015), *C. carassius*'un kas dokusuyla yaptıkları çalışmanın Cu düzeyleri (0,435 mg/kg) bu çalışmanın kas dokusuyla paralellik göstermektedir. *Stenella coeruleoalba* balığının beden uzunluğu, ağırlığı, yaş ve cinsiyetine göre kas, karaciğer ve böbrekte yaptıkları eser element çalışmasında tespit ettikleri Cu düzeyleri genelde çalışmamızdaki sonuçlar ile aynı aralıklarda bulunmaktadır (Honda vd., 1983). Ayrıca Karadeniz'de (*Sarda sarda*, *Mullus barbatus ponticus*, *Trachurus trachurus* ve *Merlangius merlangus*) balık türleri ile yapılan çalışmada da bulunan Cu düzeylerinin çalışmadaki sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir (Mendil vd., 2010).

Table 2. Yaşa göre Van Balığı'nın Eser element (Fe, Cu, Zn, Se), düzeylerinin bazı dokulardaki değişimi ($\mu\text{g/g}$).

	Kas	Karaciğer	Solungaç	Beyin	Böbrek	Bağırsak	Gonad	
Fe	3 yaş	7,72±2,93 ^a	124,71±65,21 ^a	76,29±26,56 ^{ab}	85,44±194,31 ^a	79,06±45,63 ^a	108,83±56,38 ^a	35,13±18,63 ^a
	4 yaş	6,36±1,84 ^a	167,87±103,83 ^a	92,77±29,75 ^b	71,84±123,23 ^a	71,74±38,42 ^a	74,24±50,68 ^a	41,82±33,41 ^a
	5 yaş	7,07±2,66 ^a	165,97±70,50 ^a	61,84±18,72 ^a	55,31±42,74 ^a	102,43±22,089 ^a	95,45±67,60 ^a	106,56±172,98 ^a
Cu	3 yaş	0,78±0,25 ^a	6,38±5,03 ^a	1,17±1,13 ^a	1,61±0,79 ^a	1,33±0,33 ^a	2,02±0,31 ^a	0,73±0,14 ^a
	4 yaş	0,66±0,17 ^a	7,76±6,86 ^a	1,95±2,15 ^a	1,55±0,47 ^a	1,03±0,21 ^a	1,76±1,22 ^a	0,73±0,33 ^a
	5 yaş	0,73±0,27 ^a	7,34±3,24 ^a	0,71±0,0 ^a	1,54±0,4 ^a	0,71±0,48 ^b	1,75±1,43 ^a	0,85±0,60 ^a
Zn	3 yaş	8,91±4,14 ^a	17,51±6,19 ^a	31,00±23,13 ^a	0,10±0,13 ^a	16,04±3,67 ^a	23,48±9,09 ^a	28,70±8,86 ^a
	4 yaş	8,14±3,28 ^a	20,42±6,25 ^a	32,03±12,69 ^a	0,02±0,01 ^a	17,42±7,33 ^a	18,14±10,12 ^a	26,96±14,75 ^a
	5 yaş	6,92±1,91 ^a	25,82±4,03 ^a	26,84±10,50 ^a	-	19,26±3,85 ^a	15,98±5,25 ^a	31,83±19,01 ^a
Se	3 yaş	0,45±0,19 ^a	2,35±1,43 ^a	1,21±0,55 ^a	1,50±0,38 ^a	1,16±0,55 ^a	1,26±0,32 ^a	0,74±0,13 ^a
	4 yaş	0,50±0,22 ^a	3,18±1,86 ^a	1,24±0,51 ^a	1,37±0,36 ^a	1,01±0,41 ^a	2,84±4,66 ^a	0,77±0,42 ^a
	5 yaş	0,55±0,18 ^a	1,82±0,44 ^a	1,78±2,01 ^a	1,61±0,44 ^a	1,52±0,59 ^a	1,23±0,52 ^a	0,83±0,65 ^a

^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çinko

Çinko da birçok enzimin yapısında yer alır veya kofaktör olarak rol oynar. Çinko aynı zamanda canlıların büyüme ve gelişmesinde, olgunlaşmada ve metabolik olaylarda, immün fonksiyonlarda da görev yapar (Ası 1995). *Alosa immaculata* balığının kas, karaciğer ve solungaç dokularında yapılan çalışmada da değerlerin 106,74 ve 62,55 $\mu\text{g/g}$ aralığında değiştiği gözlenmiştir (Visnjic-Jeftic vd., 2010). Yılmaz ve Öktem (2007) ton balıklarında yaptıkları çalışmada Zn miktarını 12,64-20,46 mg/kg bulmuşlardır. Yine (*Cyprinus carpio* - *Carassius carassius* - *Ctenopharyngodon idella*) balık türleri ile yapılan çalışmada Zn düzeyleri 9,91 mg/kg, 5,44 mg/kg aralığında değişmektedir. Doğu Ege Denizi'nde Homa Lagünü'nde *Tapes decussatus* ve *Mytilus galloprovincialis* türleri ile yapılan bir çalışmada Cd, Pb, Cr, Zn, Cu düzeyleri araştırılmıştır. Çalışmada Cd ve Cr seviyelerinin insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Bilgin ve Uluturhan-Suzer, 2017). Sunulan çalışma sonuçlarının literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Selenyum

Selenyumun düşük konsantrasyonları canlılar için önemli bir iz elementi olmakla beraber, yüksek konsantrasyonda zehirlidir. Balıkların 100 gramında 12-60 μg selenyum bulunur (Eula vd., 2001).

Dört yaş grubunun karaciğer dokusunda en yüksek değerini 3,177 µg/g alan Se üç yaş grubunun kas dokusunda da tespit edilenler arasında en düşük değerini (0,449 µg/g) almıştır. Balığın 3 yaş itibariyle üremeye başlaması bu duruma sebep olmuş olabilir. Farklı balık türleri (*Salmo salar*, *Sardinella brasiliensis*, *Pomatomus saltatrix*, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion leiarchus*, *Caranx crysos*, *Priacanthus arenatus*, *Mugil cephalus*, *Genypterus brasiliensis*, *Lopholatilus villarii* ve *Pseudopercis numida*) ile yapılan çalışmada Se değerleri 0,1 ile 0,02 mg/kg aralığında değişim göstermektedir (Medeiros vd., 2012). Bunlara ilave olarak Se değerleri (*Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Ctenopharyngodon idella*) türlerinde 0,330 mg/kg ve 0,184 mg/kg aralığında görülmektedir (Qin vd., 2015). Ayrıca literatürde *Mugil cephalus* türünde 0,63 mg/kg düzeyinde Se tespit edilmiştir (Tüzen, 2009). Bu çalışma ile literatür sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir.

Nikel

Nikel, membranların yapı ve metabolizmasında rol oynar. Metaloenzimlerde kofaktör olarak görev yapar. Arginaz, karboksilaz ve asetil koenzim sentetaz gibi enzimleri, tripsin fermentini aktifleştirerek, asit fosfatazın etkisini azaltarak yağ dokusu ve hormonları etkiler. Demir elementinin canlılar tarafından daha fazla değerlendirilmesi için gerekli bir elementtir (Gözükara, 1990).

Çalışmada dikkat çekecek düzeyde beyin dokusunun Ni düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Tokatlı vd. (2016) Emet Çayı Havzası'nda yer bulunan *Squalius cii*, *Capoeta tinca* ve *Barbus oligolepis* balık türlerinde nikel, çinko, arsenik, bor, kadmiyum, bakır, mangan, kurşun, gümüş ve krom element düzeylerini araştırmıştır. Yapılan çalışmada bulunan değerlerin sunulan çalışma ile uyum içinde olduğu görülmüştür. *Alburnus alburnus*, *Gobio occitaniae* türlerinde Merciai vd. (2014) Ni değerini 15,68 mg/kg ve 0,34 mg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Mendil ve Uluözlü (2007) yaptıkları çalışmada en yüksek *Carassius gibelio* 5,6 µg/g ve en düşük *Silurus glanis* 1,3µg/g değerlerini tespit etmişlerdir. Bu değerler çalışmada tespit edilen Ni değerleri ile örtüşürken beyin dokusunun değerleri her grupta daha yüksek bulunmuştur.

Mangan

Canlılarda karaciğer, kemikler ve böbreklerde bulunur ve çeşitli enzimlerin kofaktörü olarak görev alır. Normal iskelet gelişmesinde, glukoz, lipit ve protein metabolizmasında, tiroid hormonu sentezinde ve gonadların biyokimyasal reaksiyonlarının enzimatik aşamalarında önem taşır (Ası, 1995). Van balığının Mn düzeylerine bakıldığında karaciğer ve solungaç dokularında istatistiki anlamda farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3). Honda vd. (1983) *Stenella coeruleoalba* ile yaptığı çalışmada karaciğer, kas ve böbrek dokularında 6,71 µg/g ve 0,15 µg/g aralığında değerler bulmuşlardır. Tüzen (2009) en düşük Mn düzeyini *Mugil cephalus* 0,07 mg/kg ve en yüksekini *Scomberomorus brasiliensis* 7,3 mg/kg olarak tespit etmiştir. Mendil vd. (2010), (*Sarda sarda*, *Mullus barbatus ponticus*, *Trachurus trachurus* ve *Merlangius merlangus*) balık türleri ile yaptıkları çalışmada en yüksek *Leuciscus cephalus* 9,4 µg/g ve en düşük *Oncorhynchus mykiss* 1 µg/g değerlerini tespit etmişlerdir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında değerlerin yaklaşık aynı aralıkta değiştiği görülmektedir.

Table 3. Yaşa göre Van Balığı'nın eser element (Ni, Mn, Co, Cr, Li), düzeylerinin bazı dokulardaki değişimi ($\mu\text{g/g}$).

		Kas	Karaciğer	Solungaç	Beyin	Böbrek	Bağırsak	Gonad
Ni	3 yaş	0,15±0,13 ^a	1,30±3,53 ^a	0,28±0,25 ^a	36,46±12,07 ^a	0,50±0,08 ^a	0,74±0,41 ^a	0,20±0,06 ^a
	4 yaş	0,07±0,06 ^a	2,46±8,21 ^a	0,35±0,46 ^a	41,54±31,74 ^a	0,42±0,22 ^a	1,22±0,48 ^a	0,35±0,28 ^a
	5 yaş	0,17±0,29 ^a	5,92±9,45 ^a	0,26±0,27 ^a	16,64±6,31 ^a	0,50±0,23 ^a	0,36±0,05 ^a	0,54±0,18 ^a
Mn	3 yaş	0,10±0,07 ^a	2,06±0,96 ^a	1,46±0,53 ^{ab}	0,74±0,19 ^a	0,98±0,41 ^a	0,79±0,29 ^a	1,54±1,07 ^a
	4 yaş	0,11±0,10 ^a	2,13±0,88 ^a	1,71±0,51 ^b	0,52±0,31 ^a	1,07±0,68 ^a	1,96±1,52 ^a	1,36±1,01 ^a
	5 yaş	0,08±0,05 ^a	6,54±5,96 ^b	1,17±0,46 ^a	0,68±0,24 ^a	1,14±0,35 ^a	0,57±0,15 ^a	1,96±0,96 ^a
Co	3 yaş	0,02±0,01 ^a	0,06±0,05 ^a	0,04±0,07 ^a	0,55±0,29 ^a	0,41±0,19 ^a	0,19±0,10 ^a	0,09±0,11 ^a
	4 yaş	0,01±0,01 ^a	0,16±0,48 ^a	0,03±0,01 ^a	1,05±1,47 ^a	0,39±0,34 ^a	0,32±0,43 ^a	0,03±0,03 ^a
	5 yaş	0,01±0,01 ^a	0,04±0,02 ^a	0,02±0,01 ^a	1,22±1,02 ^a	0,55±0,21 ^a	0,12±0,08 ^a	0,04±0,03 ^a
Cr	3 yaş	0,04±0,05 ^a	0,30±0,53 ^a	0,27±0,10 ^a	0,21±0,16 ^a	0,13±0,06 ^a	0,10±0,06 ^a	0,21±0,10 ^a
	4 yaş	0,05±0,03 ^a	1,40±0,69 ^a	0,30±0,10 ^a	0,13±0,13 ^a	0,17±0,16 ^a	0,16±0,15 ^a	0,17±0,09 ^a
	5 yaş	0,04±0,02 ^a	1,76±2,27 ^a	0,57±1,07 ^a	0,19±0,14 ^a	0,14±0,03 ^a	0,16±0,07 ^a	0,21±0,12 ^a
Li	3 yaş	0,05±0,03 ^a	0,20±0,07 ^a	0,54±0,21 ^a	2,75±1,46 ^a	0,16±0,10 ^a	0,26±0,23 ^a	0,21±0,49 ^a
	4 yaş	0,06±0,03 ^a	0,22±0,11 ^a	0,65±0,33 ^a	0,14±0,06 ^a	0,26±0,23 ^a	0,20±0,19 ^a	0,05±0,02 ^a
	5 yaş	0,06±0,05 ^a	0,28±0,12 ^a	0,52±0,25 ^a	0,17±0,13 ^a	0,23±0,15 ^a	0,09±0,07 ^a	0,09±0,08 ^a

^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Kobalt

Vitamin B12 sentezi için gerekli bir maddedir. Kobalt yetersizliğinde üreme performansının düştüğü, ovaryumda işlevsel yetersizlik, gebelik ve yavru verimi oranında düşme gözlemlendiği bildirilmektedir. Deri altı enjeksiyon yoluyla alınan kobalt büyük ölçüde plazma proteinlerine bağlanarak başta böbrekler olmak üzere vücut dokularına yayılır. 25 saat içinde yarı ömrü tamamlanan kobalt idrar yoluyla vücudu terk eder (Gal vd., 2008).

Oğuz ve Yeltekin (2014) tarafından yapılan bir çalışmada Van gölü suyunun Co düzeyi 0,12 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışmada Van balığının beyin dokusunun Co değerlerinin diğer dokulardan daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 3). Medeiros vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada Co değeri en düşük *Mugil cephalus* 0,007 mg/kg ve en yüksek *Caranx crysos* 0,02 mg/kg olarak bulmuşlardır. Merciai vd. (2014), ise en yüksek Co düzeyini *Gobio occitaniae* 1,47 mg/kg ve en düşükünü *Lepomis gibbosus* 0,039 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada bulunan değerlere paralellik gösterdikleri görülmektedir. Yine *Capoeta trutta*'nın kas dokusunda bulunan Co düzeylerinin mevsimlere göre 0,001 ile 0,07 $\mu\text{g/g}$ aralığında değiştiği ve bizim çalışmamızda bulunan değerler ile aynı aralıklarda olduğu görülmüştür (Kırcı vd., 2013).

Krom

Canlıların beslenmesi için esansiyel bir iz element olan ve glikoz tolerans faktör olarak bilinen krom; şeker metabolizması üzerinde etkili olup, insülin ile birlikte hareket ederek glikozun hücre içine girmesini sağlamaktadır. Optimum düzeylerdeki krom, vücudun gerek duyduğu insülin miktarında azalma sağlamakta ve bu etkisini insülin reseptörlerinin sayısını artırarak gerçekleştirmektedir (Kroliczewska vd., 2004).

Türkmen ve Ciminli (2007) tarafından yapılan çalışmada *Clarias gariepinus*, *Carasobarbus luteus*, *Unio terminalis* ve *Potamida littoralis* türlerinin kas, karaciğer,

solungaç ve deri örneklerinde eser element düzeyleri araştırılmıştır. Bulunan sonuçlar arasında en yüksek Cr değeri *Carasobarbus luteus* türünün karaciğerinde 0,125 µg/g, en düşük Cr değerini de *Potamida littoralis* türünün kas dokusunda 0,01µg/g olarak tespit etmişlerdir. Qin vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada en yüksek Cr düzeyi *Ctenopharyngodon idellus* türünün kas dokusunda 0,196 mg/kg, en düşük Cr düzeyini ise *Cyprinus carpio* türünün kas dokusunda 0,059 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu çalışmaların yapılan çalışma ile örtüştüğü görülmektedir.

Lityum

Lityum elementi metabolik olaylarda sodyum ve potasyumun yerini alır (Gözükara, 1990). *Alosa immaculata* türü ile yapılan bir çalışmada erkeklerin karaciğerinde en yüksek Li düzeyi 4,41 µg/g, en düşüğünü de dişilerin kas dokusunda 0,14 µg/g olarak tespit etmişlerdir (Visnjic-Jeftic vd. 2010). Ayrıca Qin vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada en yüksek Li konsantrasyonunu *Ctenopharyngodon idellus* türünde 0,007 mg/kg, en düşük *C. carassius* türünde 0,015 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada Li düzeylerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Makro elementler

Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum ve Potasyum

Tüm metabolizmalarda temel görevlere sahip olan ve organizmaların yapısında miligram düzeyinde bulunan elementlerdir. Kalsiyum özellikle kemik yapısında, kan dolaşımında, kas ve sinir iletiminde önemli görevlere sahiptir. Magnezyum yine kemik, kas ve sinir yapısında bulunmaktadır (Ası, 1995).

Çalışmada makro elementlerin solungaç dokusu değerlerinin genel olarak tüm dokulardan yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4). Kırlangıç balığının kas dokusunda yapılan bir çalışmada %38,3 düzeyinde Ca tespit edilmiştir (Sturgeon vd., 2005). Magnezyum düzeyinin karaciğerde 5 yaş grubunda daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak da anlam ifade ettiği görülmektedir. Solungaç dokusunun da Mg düzeyinin tüm dokulardan yüksek olduğu, kas dokusunun ise ortalama olarak değerlerin diğer dokulardan daha düşük olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 4). Visnjic-Jeftic vd. (2010), Ringa balığının cinsiyetine göre yaptıkları çalışmada, bizim yaptığımız çalışma ile paralel olarak erkek balıkların solungaç dokularında Mg değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kırlangıç balığının kas dokusunda 23,6 ppm düzeyinde Mg tespit edilmiştir (Sturgeon vd., 2005).

Sodyum ve potasyum birbirleri ile çok yakın ilişkiler içerisinde bulunan elementlerdir. Organizmada Na en çok kıkırdak ve deride K ise karaciğer böbrek ve dalakta daha yüksek düzeylerde bulunur. Na özellikle osmotik basıncın dengede tutulmasında önemlidir (Ası, 1995). Bu bilgilerle paralellik gösteren çalışmada Na elementi en fazla solungaçta tespit edilirken, beyindeki değerlerinde oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Gruplandırma ise sadece 5 yaş karaciğer dokusu Na değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4). Potasyum elementinin ise genelde karaciğer dokusunda daha yüksek değerler aldığı görülmektedir (Tablo 4). Çalışmada karaciğer ve solungaç dokusu K sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4). Sturgeon vd. (2005), yaptığı çalışmada Na düzeylerinin 2594 (µg/L) olduğu ve çalışma ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir. *Triglia lucerna*, *Lophius budegassa*, *Solea lascaris* balık türlerinden alınan kas, karaciğer ve deri örneklerinde makro element düzeyleri tespit edilmiştir. Bu

çalışmada tespit edilen Na ve K değerlerinin bizim çalışmamıza göre daha düşük olduğu görülmüştür (Yılmaz vd., 2010).

Table 4. Yaşa göre Van Balığı'nın makro element (Ca, Mg, Na, K), düzeylerinin bazı dokulardaki değişimi ($\mu\text{g/g}$).

	Kas	Karaciğer	Solungaç	Beyin	Böbrek	Bağırsak	Gonad	
Ca	3 yaş	199,74±498,18 ^a	77,20±39,46 ^a	4752,07±3361,66 ^a	789,93±1652,20 ^a	157,84±197,92 ^a	215,18±126,87 ^a	132,03±74,76 ^a
	4 yaş	336,58±796,15 ^a	430,26±1304,57 ^a	3842,71±4242,07 ^a	257,90±165,76 ^a	980,96±2904,06 ^a	155,68±86,67 ^a	130,51±79,00 ^a
	5 yaş	105,77±98,44 ^a	93,07±20,09 ^a	3444,77±2880,93 ^a	1168,69±1565,89 ^a	136,13±24,25 ^a	168,84±37,46 ^a	142,76±68,06 ^a
Mg	3 yaş	77,16±32,13 ^a	176,12±69,29 ^a	289,01±127,03 ^a	86,57±14,86 ^a	97,67±30,86 ^a	140,64±93,10 ^a	180,34±45,66 ^a
	4 yaş	80,06±42,32 ^a	209,42±59,24 ^{ab}	362,07±145,31 ^a	87,51±9,67 ^a	139,33±119,83 ^a	128,77±78,50 ^a	153,72±55,62 ^a
	5 yaş	71,69±37,44 ^a	245,84±53,49 ^b	259,11±94,50 ^a	97,25±32,37 ^a	120,41±17,44 ^a	112,52±46,01 ^a	162,28±77,87 ^a
Na	3 yaş	248,32±117,09 ^a	1053,01±365,78 ^a	1694,00±577,24 ^a	1716,65±400,53 ^a	1071,26±375,05 ^a	1570,57±892,95 ^a	634,19±190,22 ^a
	4 yaş	255,05±129,35 ^a	1197,47±359,15 ^{ab}	1940,82±831,59 ^a	1601,80±317,74 ^a	1332,19±747,04 ^a	1322,17±1157,44 ^a	506,78±184,94 ^a
	5 yaş	232,37±168,85 ^a	1429,73±483,13 ^b	1530,19±555,03 ^a	1671,20±442,69 ^a	1408,24±232,32 ^a	847,54±395,95 ^a	588,01±325,24 ^a
K	3 yaş	800,69±546,13 ^a	2661,38±1058,83 ^a	2058,64±667,49 ^{ab}	1471,5±244,82 ^a	2012,55±630,84	2025,58±1154,63 ^a	3044,16±1663,79 ^a
	4 yaş	852,46±679,56 ^a	3003,55±1034,92 ^{ab}	2496,12±650,45 ^b	1511,36±206,11 ^a	2339,63±1341,26 ^a	2056,66±1185,67 ^a	2358,75±1037,87 ^a
	5 yaş	699,08±707,41 ^a	3820,83±887,00 ^b	1668,07±586,48 ^a	1527,03±263,98 ^a	2444,13±402,03 ^a	1681,41±458,15 ^a	2450,18±1684,29 ^a

^{ab}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

SONUÇ

Bu çalışmada, Van balığının yaş değişkenine bağlı olarak metal konsantrasyon düzeylerindeki değişim araştırılmıştır. Bu konsantrasyon değerlerinin büyük çoğunluğunun diğer balık türleri ile uyum içinde olduğu gözlenmiştir. Oldukça toksik olan Be, Bi, Pb ve Cd elementleri Van balığı dokularında tespit edilmiştir. Özellikle de beyin dokusunda konsantrasyonların daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Eser elementler (Fe, Cu, Zn, Se, Ni, Mn, Co, Cr ve Li) ve makro elementler (Ca, Mg, Na, K) olarak araştırılmıştır. Ni metalinin beyin dokusu konsantrasyonunun diğer dokulara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Üç, dört yaş itibarıyla üreme dönemine giren balıkların metabolizmasının daha ileri yaştaki balıklara göre daha hızlı çalıştığı için daha fazla eser element bulundurduğu düşünülebilir. Beş yaş grubunda ise ağır metal birikiminin eser element birikimine göre daha fazla olmasının ilerleyen zamana alakalı olduğu düşünülebilir. Ayrıca balıklarda bulunan toksik elementleri genel olarak sinek ile beslenen Van Balıklarına sineklerden aktarıldığı da düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Alam, M.G.M., Tanaka, A., Allinson, G., Laursen, L. J. B., Stagnitti, F. & Snow, E. (2002). A comparison of trace element concentrations in cultured and wild carp (*Cyprinus carpio*) of lake Kasumigaura, Japan. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53, 348–354.
- Anonim, (2002). Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. 23.09.2002-24885.
- Asi, T. (1995). Tablolarla biyokimya cilt1. <http://veterinary.ankara.edu.tr/fidanci> İstanbul.
- Bilgin, M. & Uluturhan-Suzer, E. (2017). Assessment of trace metal concentrations and human health risk in clam (*Tapes decussatus*) and mussel (*Mytilus galloprovincialis*) from the Homa Lagoon (Eastern Aegean Sea). *Environ Sci Pollut Res.*, 24, 4174–4184 DOI 10.1007/s11356-016-8163-2.

- Cahu, C., Salen, P. & De Lorgeril, M. (2004). Farmer and wild fish in prevention of cardiovascular diseases: assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 14, 34-41.
- Çetin, E., Güher, H. & Gürsoy Gaygusuz, Ç. (2016). Altinyazı Baraj Gölü'nde (Edirne-Türkiye) yaşayan bazı balık türlerinde ağır metal birikimlerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*. 31(1), 1-14.
- Das, S. K. & Ray, K. (2006). Wilson's disease: an update. *Nat Clin Pract Neurol*. Sep;2(9),482-93. Review.
- Demirezen, D. & Uruç, K. (2006). Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. *Meat Science*,74, 255-260
- EPA. (2001). Chronic Toxicity Summary, "Beryllium and Beryllium Compounds", Aralık 2001.
- Eula, B., Barbara, C. & Charles, H.P. (2001). "Patty's Toxicology (5th Edition) Toxicological Issues Related to Metals: Neurotoxicology and Radiation Metals and Metal Compounds", *John Wiley & Sons*, Vol II, ISBN: 0-471-31943-0,
- Erer, H. (2002). Balık Hastalıkları. Selçuk Üniversitesi Basımevi, 2. Baskı. Konya, 198s.
- Farkas A., Salanki, J. & Specziar, A. (2003). Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low-contaminated site. *Water Research*, 37, 959-964.
- Ferenci, P. (2004). Pathophysiology and clinical features of Wilson disease. *Metab Brain Dis.*, 19(3-4),229-39. Review.
- Fowler, B. A. & Sexton, M. J. (2007). Arsenic. In G. Nordberg, B. Fowler, M. Nordberg, & L. Friberg (Eds.), *Handbook on the toxicology of metals* (pp. 433e443).
- Föstner, U. & Wittman, G.T.W. (1983). *Metal Pollution in the Aquatic Environments*. Springer Verlag, Berlin, Germany.486p.
- Gál, J., Hursthouse, A., Tatner, P., Stewart, F. & Welton, R. (2008). Cobalt and secondary poisoning in the terrestrial food chain: data review and research gaps to support risk assessment. *Environmental International*, 34, 821-838.
- Gözükara, E.M. (1990). Biyokimya, Ofset Pepianat Ltd. Gti. Ankara .
- He, Z.P., Song, J.M., Zhang, N.X., Zhang, P. & Xu, Y.Y. (2009). Variation characteristics and ecological risk of heavy metals in the south Yellow Sea surface sediments. *Environ. Monit. Assess.*, 157, 515-528.
- Honda, K., Tatsukawa, R., Itano, K., Miyazaki, N. & Fujiyama, T. (1983). Heavy metal concentrations in muscle, liver and kidney tissue of striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, and their variations with body length, weight, age and sex. *Agric. Bioi. Chem.*, 47 (6), 1219-1228.
- John, H. (1980). *Duffus, "Environmental toxicology"*, New York: Wiley.
- Kasassi, A., Rakimbei, P., Karagiannidis, A., Zabaniotou, A., Tsiouvaras, K. & Nastis, A. (2008). Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. *Bioresource Technology*, 99, 8578-8584.
- Karayakar, F., Bavbek, O. & Cıcık, B. (2017). Mersin Körfezi'nde avlanan balık türlerindeki ağır metal düzeyleri. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 3(3), 141-150, doi: 10.3153/JAEFR17017
- Kırıcı, M., Taysı, MR., Bengü, A. Ş. & İspir, Ü. (2013). Determination of some metal concentrations in *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) caught from Murat River. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 3(1), 85-90.
- Khaled, A. (2009). Trace metals in fish of economic interest from the west of Alexandria, *Egypt. Chem. Ecol.* 25, 229-246.
- Kroliczewska, B., Zawadzki, W., Dobrzanski, Z. & Kaczmarek-Oliwa, A. (2004). Changes in selected serum parameters of broiler chicken fed supplemental chromium. *J. Anim. Physiol.a. Anim. Nutr.*, 88, 393-400.

- Kromhout, D. Bosschiet, E.B. & Lezenne, C.C. (1985). The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease *N. Engl J Med.*, 312, 1205-1209.
- Lin, H., Wong, S. & Li, G. (2004). Heavy metal content of rice and shellfish in taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, 12(2), 167-174.
- Markowitz, M., Kliegman, R.M., Behrman, R.E., Jenson, H.B. & Stanton, B.F. (2007). Lead Poisoning In: Nelson Textbook of Pediatrics.18 th ed. Saunders. pp: 2913-2917.
- Medeiros, R., Santos, L. M., Freire,AS., Santelli, RE., Braga, A.M.C.B., Krauss, T.M. & Jacob, S.C. (2012). Determination of inorganic trace elements in edible marine fish from Rio de Janeiro State., *Brazi. Food Control*, 23, 535-541.
- Mendil, D. & Ulugözlü, O. D. (2007). Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry* 101, 739–745.
- Mendil,D., Demirci, Z., Tüzen, M. & Soylak, M. (2010). Seasonal investigation of trace element contents in commercially valuable fish species from the Black Sea, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 865–870.
- Merciai, R., Guasch,H., Kumar, A., Sabater, S. & García-Berthou, E. (2014). Trace metal concentration and fish size: Variation among fish species in a Mediterranean river. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 107,154–161.
- Murai, T., Andrews, J.T. & Smith, R.G. (1981). Effects of dietary copper on channel catfish. *Aquaculture*, 22, 353-357.
- Oğuz, A.R. & Kankaya, E. (2013). Determination of selected endocrine disrupting chemicals in Lake Van, Turkey. *Bull Environ Contam Toxicol* 91(3),283–286.
- Oğuz, A.R. & Yeltekin, A. (2014). Metal levels in the liver, muscle, gill, intestine, and gonad of lake van fish (*Chalcalburnus tarichi*) with abnormal gonad. *Biol Trace Elem Res* 159, 219-223
- Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S. & Mou, Z. (2015). Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish. *Food Control*, 50, 1-8.
- Rahimi, E. & Gheysari, E. (2016). Evaluation of lead, cadmium, arsenic and mercury heavy metal residues in fish, shrimp and lobster samples from Persian Gulf. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*.22(2),173-178.
- Sturgeon, R. E., Willie, S. N., Yang, L., Greenberg, R., Spatz, R. O., Chen, Z., Scriber, Clancy, C.V., Lama, J. W. & Thorrold, S. (2005). Certification of a fish otolith reference material in support of quality assurance for trace element analysis. *J. Anal. At. Spectrom.*, 20, 1067-1071.
- Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Köse, E., Çiçek, A., Dayıoğlu, H. & Başkurt, S. (2016). Maden Havzası Balıklarında Vücut Ağırlığı İle Ağır Metal Biyoakümülyasyon İlişkileri: Emet Çayı Havzası. *Anadolu University Journal of Science and Technology C- Life Science and Biotechnology*. 4(2), 57-72. DOI: 10.18036/btdc.73675
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. & Akyurt, İ. (2005). Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry* 91, 167–172.
- Türkmen, M. & Ciminli, C. (2007). Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Food Chemistry* 103, 670–675.
- Tüzen, M. (2009). Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 1785-1790.
- Visnjic-Jeftic, Z., Jaric a, I., Jovanovic, L., Skoric S., Smederevac-Lalic M., Nikcevic M. & Lenhardt, M. (2010). Heavy metal and trace element accumulation in muscle, liver and gills of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennet 1835) from the Danube River (Serbia). *Microchemical Journal* 95, 341–344.

- Yılmaz, AB., Sangun, MK., Yağlıoğlu, D. & Turan, C. (2010). Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from İskenderun Bay, Turkey. *Food Chemistry* 123, 410–415.
- Yılmaz, İ. & Öktem, B. (2007). Contents of some toxic and trace elements in Tuna (*Katsuwonus pelamis*) in Turkey. 5th International Congress on Food Technology Greece “Consumer protection trough Food Process Improvement & Innovation in The World” Proceedings Volume 1, 462-466.

Karadeniz’de Avlanan Tirsi Balığı (*Alosa immaculata* Bennett, 1835)’nın Yaş ve Boy Kompozisyonundan Büyüme ve Populasyon Parametrelerinin Tahmini

Süleyman ÖZDEMİR^{1}, Hilal SÖYLEYİCİ¹, Zekiye BİRİNCİ ÖZDEMİR², Ercan ERDEM³

¹Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop.

²Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Sinop.

³Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Geliş : 09.11.2017

Kabul : 11.12.2017

Araştırma Makalesi / Research Paper

*Sorumlu Yazar: suleymanozdemir57@yahoo.com

E.Dergi ISSN: 1308-7517

[DOI: 10.22392/egirdir.350250](https://doi.org/10.22392/egirdir.350250)

Özet

Bu çalışmada Orta Karadeniz kıyılarında avlanan tirs (*Alosa immaculata*) balıklarının boy ve yaş kompozisyonundan büyüme ve populasyon parametreleri tahmin edilmiştir. Ekim 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında yürütülen araştırmada boy kompozisyonu verileri için toplam 2265, yaş tayini için 233 tirs balığı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tirs balıklarının ortalama boyu 19,5±0,09 cm, ortalama ağırlığı 58,8±1,09 g olarak, boy ağırlık ilişkisi ise $W=0,0044L^{3,1494}$ şeklinde hesaplanmıştır. Boy kompozisyonu kullanılarak büyüme parametrelerinden $L_{\infty} = 40,06$ cm, $K = 0,32$ yıl⁻¹, $t_0 = -1,82$ yıl⁻¹ ölüm oranlarından $Z = 1,20$ yıl⁻¹, $M = 0,51$ yıl⁻¹, $F = 0,69$ yıl⁻¹ ve işletme oranı $E = 0,57$ olarak tahmin edilmiştir. Yaş kompozisyonundan ise $L_{\infty} = 33,76$ cm, $K = 0,29$ yıl⁻¹, $t_0 = -2,73$ yıl⁻¹ ve $Z = 1,28$ yıl⁻¹, $M = 0,52$ yıl⁻¹, $F = 0,76$ yıl⁻¹, $E = 0,59$ olarak tahmin edilmiştir. Pelajik balık türleri için optimum işletme oranı ($E = 0,50$) dikkate alındığında yaş ve boy kompozisyonlarından elde edilen E değerlerine göre Karadeniz’de tirs balığı stoklarının üzerinde yüksek bir av baskısı olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Tirs *Alosa immaculata*, büyüme, yaş, ölüm oranı, işletme oranı.

Estimation of Growth and Population Parameters using Age and Length Composition of Allis shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) captured in the Black Sea

Abstract

In this study, growth and population parameters were estimated using age and length composition of allis shad (*Alosa immaculata*) captured in Middle Black Sea coasts. The study was carried out between October 2011 and May 2012. A total 2265 fish for length composition and 233 fish for age composition were investigated in the study. According to results, length-weight relationship, average length and weight of allis shad were determined $W=0,0044L^{3,1494}$, 19.5±0.09 cm, 58.8±1.09 g respectively. Growth, mortality and exploited rates for length and age composition of allis shad were estimated $L_{\infty} = 40.06$ cm, $K = 0.32$ year⁻¹, $t_0 = -1.82$ and $Z = 1.20$ year⁻¹, $M = 0.51$ year⁻¹, $F = 0.69$ year⁻¹, $E = 0.57$; $L_{\infty} = 33.76$ cm, $K = 0.29$ year⁻¹, $t_0 = -2.73$ and $Z = 1.28$ year⁻¹, $M = 0.52$ year⁻¹, $F = 0.76$ year⁻¹, $E = 0.59$ respectively. It can be concluded that there is high over-fishing on allis shad stocks in the Black Sea for E rate estimated to age and length composition, when the optimum exploitation rate for pelagic species is considered ($E=0.5$).

Keywords: Allis shad *Alosa immaculata*, growth, age, mortality rate, exploitation rate.

GİRİŞ

Türkiye’de 2015 yılında avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretimi 672.242 ton olarak tespit edilmiştir. Toplam üretimin yaklaşık olarak % 60’ı denizlerimizden avcılık yoluyla elde edilmektedir.

Denizlerimizden elde edilen üretimin ise % 81'lik kısmı Karadeniz'den sağlanmaktadır (TÜİK, 2016). Bu üretimin ise büyük bir kısmını hamsi başta olmak üzere palamut, lüfer, istavrit ve tirsi gibi pelajik balıklar oluşturmaktadır. Son yıllarda demersal balık stoklarımızda görülmeye başlayan aşırı avcılık belirtileri pelajik türlerimizde de görülmektedir (Gücü vd., 2017).

Clupeidae familyasına ait tirsi türleri *Alosa* cinsi içerisinde yer alırlar. Tropikal ve ılıman denizlerde yaşayan pelajik türün çoğunlukla deniz formları olmakla birlikte bazı formları akarsulara ve göllere uyum sağlamışlardır (Akşıray, 1987). Dünya denizlerinde Atlantik'in doğusu, Akdeniz, Karadeniz, Azak ve Hazar Denizi ile Atlantik'in batı bölgesinde farklı türler ve alt türleriyle yoğun olarak dağılım göstermektedir (Ergüden, 2007). Tirsi türleri üremek için genellikle denizden tatlı sulara göç yaparlar. Tirsi balıkları karnivor beslenme özelliğine sahiptir. *Alosa immaculata* türünün 7 yıl ömrü olduğu, maksimum 40 cm boya ulaşabildiği, cinsi olgunluğa ise 2-3 yaşında eriştiği bildirilmektedir (Bat vd. 2008). Karadeniz'de tirsi avcılığı gırgır, ortasu trolü ve uzatma ağları ile gerçekleştirilmektedir (Özdemir vd., 2010; Balık, 2017).

Ülkemizde tirsi balığı üzerine yapılan çalışmaların çoğunluğu av verimi, biyolojisi ve boy-ağırlık ilişkisine dayalı araştırmalardır (Kalaycı vd., 2007; Savaş ve Polat, 2011; Ergüden vd., 2011). Özellikle literatürde Karadeniz'in Türkiye kıyılarında tirsi balığının büyüme ve populasyon parametreleri üzerine yapılan detaylı araştırmalara rastlanmamıştır. Özdemir vd. (2009) türün boy kompozisyonundan bazı populasyon parametrelerini tahmin etmiştir. Ancak Akdeniz ve Atlantik okyanusuna kıyısı olan ülkelerde türün büyüme parametreleri üzerine yapılan ayrıntılı çalışmalar mevcuttur (Arahamian vd., 2003).

Su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğde ticari öneme sahip bazı balık türlerimiz için minimum avlama boyu belirlenmemiştir. Bu türlerden biri de tirsidir. Karadeniz için ekonomik öneme sahip olan tirsi balıklarına ait herhangi bir av yasağı söz konusu değildir.

Balık stoklarının sürekliliği ve sağlıklı bir şekilde yönetilebilmesi için stoktaki, özellikle avcılığı yapılan ekonomik balıkların biyolojik özellikleri, üreme biyolojisi, büyümesi, ilk üreme yaşı ve minimum avlama boylarının bilinmesi gerekmektedir (Sparre ve Venema, 1998).

Balıkların populasyon parametrelerinin belirlenmesinde balığın yaş ve boy özelliklerinden yararlanılmaktadır. Balıklarda büyüme, yaşın bir fonksiyonu olarak gerçekleşmektedir (Gulland, 1966). Dolayısıyla yaş bilgilerinin en az hata ile belirlenmesi populasyon dinamiği hesaplamalarında can alıcı noktalardan biridir (Özdemir vd., 2009). Yaş tayini yöntemi ile balıkların kaç yıl yaşadıkları, eşeyssel olgunluk yaşı ve boyu, populasyonun yaş kompozisyonu, yaş gruplarındaki ortalama boy ve ağırlıkları, büyüme parametreleri ile yaşama ve ölüm oranlarını tespit etmek mümkündür (Erkoyuncu, 1995). Bir balık populasyonunun boy kompozisyonunun doğru belirlenmesi için düzgün örnekleme ve seçici olmayan avlanma yönteminin kullanılması yeterlidir. Bu şekilde avlanan balıkların tümünü ölçmek ve örnek miktarını artırmak mümkündür (Polat ve Gümüş, 1996).

Çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde ekonomik öneme sahip pelajik türlerden tirsi (*Alosa immaculata*) balıklarının yaş ve boy kompozisyonlarından büyüme (L_{∞} , K , t_0) ve populasyon parametreleri (Z , S , A , M , F , E) tahmin edilerek, sonuçların diğer çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Ekim 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında Samsun ili kıyılarında ortasu trolü avcılığına açık av sahasında trol tekneleri ile avlanan tirsi balıklarından alınan örnekler değerlendirilerek yapılmıştır.

Aylık olarak avlanan balıklardan popülasyonu temsil edecek şekilde rasgele örnekleme yöntemi ile alınan balıkların total uzunlukları 1 mm hassasiyetle cm olarak, bireysel ağırlıkları g olarak 0.01 g hassasiyetle ölçülmüştür. Yaş tayini için her yaş grubunu temsil edecek sayıda balıktan (vücudun sağ ve sol sırt kısmından) 10 adet pul alınmıştır.

Laboratuvar ortamında pulların hazırlanmasında % 4'lük NaCl, % 90'luk Etil alkol ve saf su kullanılmıştır. Petri kapları numaralandırılarak hazırlanmış ve pullar yerleştirilmiştir. Petri kaplarındaki pullara % 4'lük NaCl pulların yüzeyini kapatacak seviyede eklenmiş ve 24 saat bekletilmiştir. Bu uygulama ile pulların yabancı maddelerden uzaklaştırılması sağlanmıştır. NaCl çözeltisinden alınan pullar 24 saat süre ile saf suda bekletilmiştir. Saf su sonrası pullar maksimum 15 dakika alkolde bekletilerek preparatlar hazırlanmış ve ışık mikroskopunda çoklu okuma yöntemi ile okunmuştur. Pullar üzerinde bulunan yaz ve kış halkalarına göre yaş okumaları gerçekleştirilmiştir.

Balıklardan alınan boy ve ağırlık verileri değerlendirilerek boy-ağırlık ilişkisi hesaplanmıştır. Türün boy ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde $W=aL^b$ formülü kullanılmıştır (Pauly, 1984). Balıkların içinde bulunduğu şartlara göre vücut şeklini gösteren "b" üssel değerinin izometrik değerden ($b=3$) farkının önem kontrolünde "t" testi uygulanmıştır. Boy kompozisyonu verileri için 2265, yaş kompozisyonu için 233 adet balık incelenmiş ve tirsi balığının büyüme parametreleri (L_{∞} ve K) ile diğer popülasyon parametreleri (S, A, Z, M, F, E) tahmin edilmiştir.

Boy kompozisyonu verileri Von Bertalanffy Büyüme Denklemi (VBBD) parametrelerinden maksimum (asimptotik) boy (L_{∞}) 'un ve anlık ölüm katsayısı 'Z' nin tahmininde Wetherral vd. (1987), büyüme katsayısı (K)'nın tahmininde ise Pauly (1980)'nin önerdiği $a=\log K+2\log L_{\infty}$ formülü kullanılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan K değerleri daha önceki çalışmalarda değişik yöntemlerle elde edilen K değerleridir. L_{∞} ve Z nin tahmininde $L_{i(ort)} = \Sigma(L_i) / \Sigma f$ olmak üzere $L_{i(ort)}=a+bL_i$ regresyon denklemi "a" ve "b" değerleri kullanılarak $L_{\infty}= a/(1-b)$ ve $Z/K= (b/(1-b))$ eşitliklerinden hesaplanmıştır.

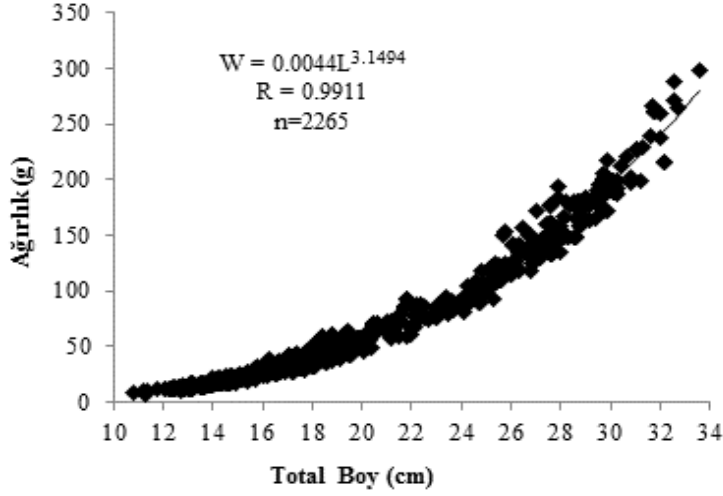
Yaş kompozisyonu verileri kullanılarak von Bertalanffy Büyüme Denklemi parametrelerinden L_{∞} ve K değerleri Ford-Walford yöntemine göre $L_{t+1}= a+bL_t$ regresyon denkleminin katsayıları "a" ve "b" kullanılarak; $L_{\infty}= a/(1-b)$ ve $K= -\ln(b)$ eşitliklerinden hesaplanmıştır. Z değerinin hesaplanmasında ise Av eğrisi yöntemine göre $\ln(N)= a+b$, regresyon denkleminin "b" değeri kullanılarak $Z= -b$ eşitliğinden yararlanılmıştır.

Yaş ve boy kompozisyonundan balığın yaşama oranı (S) ve gerçek ölüm oranı (A) Ricker (1975)'e göre $S= \exp (-Z)$ ve $A=1-S$ denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Doğal ölüm oranı M ise; $\ln(M) - 0,0152 - 0,279 \times \ln(L_{\infty}) + 0,6543 \times \ln(K) + 0,4634 \times \ln(T)$ formülü ile hesaplanmıştır (Pauly, 1980). Burada T balık stokunun avlandığı bölgedeki yıllık ortalama su sıcaklığı olup 10 °C olarak tespit edilmiştir. Balıkçılık ölüm oranı $F=Z \cdot M$ ve stoktan yararlanma oranı $E=F/Z$ formülleri kullanılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR

Araştırma süresince toplam 134,878 kg tirsi balığı avlanmıştır. Alt örnekleme ile 2265 adet balığın boy ve ağırlık ölçümleri yapılmış, 233 balıktan yaş tayini için pul örnekleri

alınmıştır. Araştırma süresince ölçümü yapılan 2265 balığın boy ve ağırlık değerlerine göre boy-ağırlık ilişkisi $W = 0,0044L^{3,1494}$ şeklinde belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Tirsı (*Alosa immaculata*) balığının boy-ağırlık ilişkisi

Balığın içinde bulunduğu koşullara göre şeklini gösteren üssel “b” değeri 3’ten büyük bulunmuştur. Bu sonuçlara göre tirsı balıklarının pozitif allometrik büyüme gösterdiği görülmektedir ($P < 0,05$ “b” değerinin %95 güven aralığı 3,1217-3,1778)

Örneklenen tüm balıkların boy ve ağırlıklarına ilişkin ortalama, standart hata, maksimum ve minimum değerler sırası ile $19,5 \pm 0,11$ cm, $32,8$ cm ve $10,8$ cm; $58,8 \pm 1,53$ g, $297,7$ g ve $7,4$ g olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama boy ve ağırlık değerleri $26,4 \pm 0,22$ cm ve $137,2 \pm 3,51$ g ile Ekim ayında, en düşük ortalama boy ve ağırlık değerleri ise $15,7 \pm 0,29$ cm ve $26,2 \pm 1,47$ g ile Nisan ayında tespit edilmiştir. Aylara göre balığın boy ve ağırlıklarına ilişkin değerler ayrıntılı olarak Tablo 1. de verilmiştir.

Tablo 1. Türün aylara göre ortalama, maksimum, minimum boy ve ağırlık değerleri

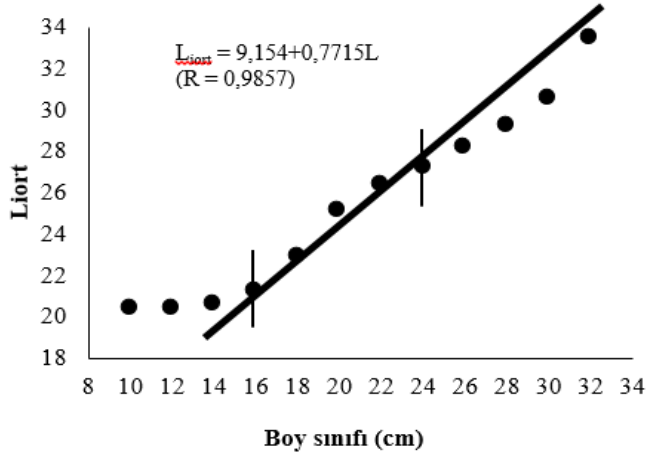
Aylar		Total boy (cm)	Ağırlık (gr)
Ekim 2011	Ortalama	26,4±0,22	137,2±3,51
	Maksimum	32,8	297,7
	Minimum	13,6	27,9
Kasım 2011	Ortalama	20,1±0,43	66,1±5,05
	Maksimum	31,8	260,2
	Minimum	14,4	18,2
Aralık 2011	Ortalama	18,8±0,21	49,5±2,01
	Maksimum	22,8	92,9
	Minimum	12,7	10,2
Ocak 2012	Ortalama	16,1±0,10	29,9±0,61
	Maksimum	28,2	70,3
	Minimum	11,4	9,7
Şubat 2012	Ortalama	16,8±0,15	30,6±0,95
	Maksimum	26,5	87,8
	Minimum	11,3	7,4
Mart 2012	Ortalama	17,5±0,14	39,1±1,06
	Maksimum	22,3	92,9
	Minimum	12,0	10,2
Nisan 2012	Ortalama	15,7±0,29	26,2±1,47
	Maksimum	19,6	49,0
	Minimum	10,8	8,5
Mayıs 2012	Ortalama	16,4±0,30	31,5±2,12
	Maksimum	27,2	129,9
	Minimum	11,2	10,2
Genel	Ortalama	19,5±0,09	58,8±1,09
	Maksimum	32,8	297,7
	Minimum	10,8	7,4

Araştırma süresince rastgele örnekleme yöntemiyle boyu ölçülen 2265 adet balığa ait tirsli balıklarının boy sınıflarına göre dağılımı ve bu veriler kullanılarak hesaplanan %N ve Li_{ort} değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. Boy kompozisyonuna göre en fazla balığın %22,3 oranla 18 cm'lik boy sınıfında avlandığı tespit edilirken, 10 cm lik boy sınıfında en düşük avcılığın gerçekleştiği belirlenmiştir.

Tablo 2. Tirsi balığına ait boy kompozisyonu verileri

	Boy sınıfı (cm)	N	% N	L_{iort}
Hesaplama kullanılan boylar	10	1	0,04	20,47
	12	43	1,90	20,47
	14	200	8,83	20,64
	16	471	20,79	21,28
	18	505	22,30	22,86
	20	215	9,49	25,14
	22	129	5,70	26,43
	24	171	7,55	27,21
	26	180	7,95	28,19
	28	200	8,83	29,22
	30	128	5,65	30,58
	32	52	2,30	33,5
	Toplam		2265	

Tirsi balığının boy sınıfı değerleri ile doğrusal dağılım gösteren değerler arasındaki ilişkiye ait regresyon denklemindeki a ve b değerleri (Şekil 2) kullanılarak maksimum boy (L_{∞}) 40,06 cm olarak tahmin edilmiştir.

**Şekil 2.** Tirsi balığına ait L_{∞} ve Z/K 'nın hesaplanmasında kullanılan grafik

Boy kompozisyonu verilerine göre $K=0,32 \text{ yıl}^{-1}$ ve $t_0 = -1,82 \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Anlık ölüm katsayısı $Z = 1,20$, yaşama oranı $S = 0,70$, gerçek ölüm oranı $A = 0,30$, doğal ölüm katsayısı $M = 0,51$, balıkçılık ölüm katsayısı $F = 0,69$ ve işletme oranı $E = 0,57$ olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada 233 tirs balığından alınan pullardan yapılan yaş tayininde örneklerin 1-6 yaş grubuna ait bireyler oldukları tespit edilmiştir. Yaş kompozisyonuna bakıldığında en fazla balığın % 28'lik oranla 4 yaş grubunda, en az balığın ise % 2,16'lik oranla 6 yaş grubunda olduğu görülmektedir (Tablo 3).

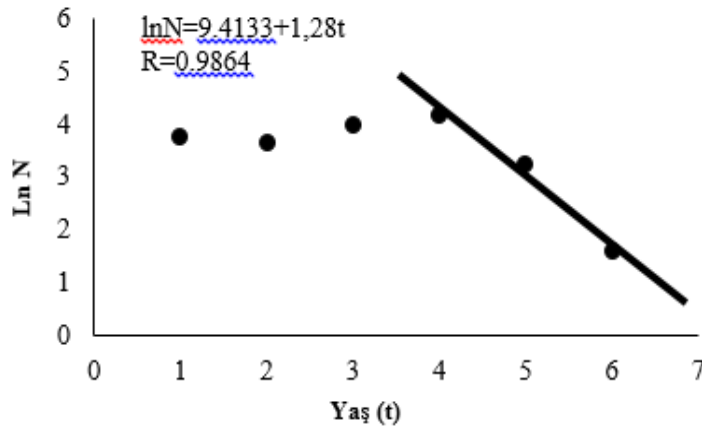
Tablo 3. Tirsi balığının yaş kompozisyonu ve ortalama boylar

Yaş	Ortalama boy (cm)	N (adet)	%
1	16,67	44	18,97
2	18,64	39	16,81
3	24,83	53	22,84
4	27,92	65	28,02
5	28,76	26	11,21
6	29,64	5	2,16

Tirsi balıklarına ait yaş sınıflarına göre dağılımı ve bu veriler kullanılarak hesaplanan $\ln N$ değerleri Tablo 4.'de verilmiştir. Tirsi balığının yaş kompozisyonuna ait regresyon denklemine göre $a=9,41$ $b=-1,28$ ve $r=0,99$ olarak bulunmuştur (Şekil 3).

Tablo 4. Tirsi balığına ait yaş kompozisyonu verileri

	Yaş sınıfları	Boy sınıfı (cm)	N	$\ln N$
	1	16,67	44	3,78
	2	18,64	39	3,66
	3	24,83	53	3,97
Hesaplamada	4	27,92	65	4,17
Kullanılan Yaşlar	5	28,76	26	3,26
	6	29,64	5	1,61
Toplam			233	

**Şekil 3.** Tirsi balığına ait L_{∞} ve Z' nin hesaplanmasında kullanılan grafik

Yaş kompozisyonundan yapılan hesaplamalara göre tirsi balığının asimptotik boyu $L_{\infty}=33,76$ cm büyüme katsayısı $K=0,29$ yıl⁻¹, ve $t_0=-2,73$ olarak belirlenmiştir. Populasyon parametrelerinden anlık ölüm katsayısı $Z=1,28$, yaşama oranı $S=0,80$, ölüm oranı $A=0,20$, doğal ölüm katsayısı $M=0,52$, balıkçılık ölüm katsayısı $F=0,76$ ve işletme oranı $E=0,59$ olarak tahmin edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Karadeniz için ekonomik ve lezzetli pelajik türlerden biri olan tirsi (*Alosa immaculata*) balığının yaş ve boy kompozisyonu verilerinden büyüme ve populasyon parametreleri tahmin edilmiştir. Çalışmada incelenen toplam 2265 adet tirs balığının ortalama boyu $32,8 \pm 0,11$ cm olarak hesaplanmış olup boy ağırlık ilişkisi $W = 0,0044L^{3,1494}$ olarak bulunmuştur. Özdemir vd. (2010), Karadeniz kıyılarında yürüttükleri çalışmada, tirs balıklarının ortalama boyunu $23,3 \pm 0,24$ cm olarak, boy-ağırlık ilişkisini $W = 0,0039L^{3,1832}$ olarak hesaplamıştır. Özdemir vd. (2011), Karadeniz’de ortasu trolü ve demersal trol ile avlanan tirs (*Alosa tanaica*) balıklarının ortalama boylarını sırasıyla $26,46 \pm 0,19$ cm ve $20,20 \pm 0,36$ cm, türün boy ağırlık ilişkisini ise $W = 0,0031L^{3,2517}$ şeklinde tespit etmiştir. Savaş ve Polat (2011) Karadeniz’de yaptığı araştırmada tirs balıklarının boy ağırlık ilişkisini $W = 0,0032L^{3,285}$ olarak hesaplamıştır. Kalaycı vd. (2007), Karadeniz’de tirs balığı boy ağırlık ilişkisini $W = 0,0046L^{3,124}$ olarak saptamıştır. Türkiye’nin Karadeniz kıyılarında yapılan bu çalışmaların tamamında türün pozitif allometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir.

Kolarov (1991), Bulgaristan’da yaptığı araştırmada tirs (*Alosa pontica*) balığının boy ağırlık ilişkisini $W = 0,0629L^{2,55}$ olarak tahmin etmiştir. Ibanescu vd. (2016), tarafından Romanya’da yapılan çalışmada da tirsinin (*Alosa immaculata*) boy ağırlık ilişkisi $W = 0,0526L^{2,487}$ hesaplanmıştır. Ergüden vd. (2007), benzer şekilde Marmara Denizi’nde tirs (*Alosa pontica*) balığı için b değerini 2,851 olarak 3 ten küçük ve büyümeyi negatif allometrik olarak belirlemiştir.

Mevcut çalışmada da türün “b” değeri, Karadeniz’in Türkiye kıyılarında yapılan diğer araştırmalarda olduğu gibi 3’den büyük hesaplanmıştır Bu sonuçlara göre Karadeniz’deki tirs balıklarının pozitif allometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir.

Balıklarda populasyon parametrelerinin hesaplanmasında boy ve yaş kompozisyonları kullanılmaktadır (Sparre ve Venema, 1998). Çalışmada boy ve yaş kompozisyonundan elde edilen populasyon parametrelerinin bazılarının benzerlik gösterdiği bazılarının ise az da olsa farklı olduğu görülmektedir. Balıklardan elde edilen pullar, otolitler ve kemiksi diğer yapılardan ne kadar profesyonel ve dikkatli okuma yapılırsa yapılsın yaş tayininde hata yapma olasılığı yüksektir. Boy kompozisyonundan populasyon parametrelerinin hesaplanmasında da çalışmaların örnekleme zamanı, sahası, yöntemi ve elde edilen veriler de sonuçları etkileyebilmektedir (Pauly, 1980; Erkoyuncu, 1995; Özdemir vd., 2006). Dolayısı ile bu çalışmada da boy kompozisyonu ve yaş kompozisyonundan hesaplanan değerler arasında farklılıklar söz konusudur.

Araştırmada hesaplanan büyüme ve populasyon parametreleri daha önce Karadeniz’de yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yaş kompozisyonundan elde edilen L_{∞} ve K değerleri ile boy kompozisyonundan hesaplanan M değerleri Özdemir vd. (2009), tarafından gerçekleştirilen araştırma ile yakınlık gösterirken büyüme parametreleri Atlantik ve Akdeniz kıyılarında yapılan diğer araştırmalar ile farklılık göstermektedir (Tablo 5). Özellikle Akdeniz ve Atlantik ülkelerinde tirs balıkları için L_{∞} değerlerinin oldukça yüksek olması dikkat çekicidir.

Gordo (2002) yaptığı çalışmada Portekiz kıyılarında tirs (*Alosa alosa*) balıkları için L_{∞} değerini yaş kompozisyonundan 105,8 cm olarak yüksek, K değerinin ise 0,18 olarak düşük bir değerde tahmin etmiştir.

Her iki yöntemle elde edilen sonuçlara göre türün işletme oranı (E) pelajik balıklar için Patterson, (1992) tarafından önerilen optimum işletme oranı olan 0,50 den yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre Karadeniz’de avlanan tirsi balıkları üzerindeki av baskısının yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 5. Tirsi balığının büyüme ve popülasyon parametreleri üzerine yapılan çalışmalar

Araştırmacı	Ülke	Metot	Parametreler					
			L _∞	K	Z	M	F	E
Furnestein, (1952)	Fas	Boy	46,7	0,54				
Douchement, (1981)	Fransa	Yaş	70,1	0,27				
Sabatie, (1990)	Fransa	Boy	68,6	0,33		0,44		
Sabatie, (1993)	Fas	Boy	69,9	0,40				
Gordo, (2002)	Portekiz	Yaş	105,8	0,18				
Özdemir vd. (2009)	Türkiye	Boy	32,0	0,23	1,21	0,48	0,73	0,60
Ibănescu vd. (2016)	Romanya	Boy	40,4	0,38	1,54	0,58	0,95	0,61
*Mevcut Çalışma	Türkiye	Yaş	34,0	0,29	1,28	0,52	0,76	0,59
		Boy	40,1	0,32	1,20	0,51	0,69	0,57

Balıkların büyüme ve popülasyon parametrelerinde görülen farklılıklar türün yaşadığı bölgedeki ekolojik koşullara bağlı olarak besin ve beslenme durumu, cinsiyet, gonad gelişimi, üreme periyodu, büyüme ve rekabet (Bagenal ve Tesch, 1978) yanında örnekleme sahası, zamanı, örnekleme aracının özelliği, verilerin alınması, miktarı ve kullanılan yöntemlerden kaynaklı olabilmektedir (Tiraşın, 1993). Ayrıca herhangi bir balık popülasyonundaki bireylerin büyümesi ile aynı türün başka alanlarda dağılım gösteren farklı popülasyonlardaki bireylerin büyümesi arasında da bazı farklılıklar gözlenebilmektedir (Çelik ve Torcu, 2000).

Son yıllarda Karadeniz’de avlanan demersal balıklardaki azalış, pelajik balıklar üzerinde de gözlenmektedir. Bu nedenle hamsi, istavrit, lüfer, tirsi gibi pelajik türlerin aşırı avcılığının önlenmesi için bazı tedbirler alınmalıdır. Ticari su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğde yer almayan ancak ekonomik değeri olan tüm balıklar için balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği çalışmaları yapılmalıdır.

Karadeniz’de ekonomik ve lezzetli türler içerisinde yer alan tirsi balığının maksimum düzeyde sürdürülebilir avcılığı için ilk üreme boyunun tespit edilerek tebliğde asgari boy yasağına mutlaka yer verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akşıray, F. (1987). Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı. II. Baskı, İ. Ü. Rektörlüğü Yayınları No:3490, İstanbul, 811 s.
- Arahamian, M.W., Aprahamian, C.D., Baglinière, J.L., Sabatié, R. & Alexandrino, P. (2003). *Alosa alosa* and *Alosa fallax* spp. Literature Review and Bibliography. R&D Technical Report W1-014/TR, ISBN 1844321096. Published by Environment Agency, Rio House, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, Bristol.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In: T.B. Bagenal, (ed) Methods for assessment of fish production in freshwater, 3rd Edition. Blackwell Scientific Publication, Oxford, UK. 101–136.

- Balık, İ. (2017). Karadeniz'in Fatsa (Ordu) kıyılarında tirsi balıklarının, *Alosa immaculata*, büyüklük dağılımı üzerine derinliğin etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 29-40.
- Bat, L., Erdem, Y., Tırlı Ustaoglu, S. & Yardım, Ö. (2008). Balık Sistematiği. Nobel Yayın Dağıtım, YayınNo: 1330, ISBN 978-605-395-127-8, Ankara, 270 s.
- Çelik, Ö. & Torcu, H. (2000). Ege Denizi, Edremit Körfezi barbunya balığı (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758)'nın biyolojisi üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24,287-295.
- Douchement, C. (1981). The French rivers shad *Alosa fallax* Lacépède, 1803 and *Alosa alosa* Linne, 1758. Biometry, Eco-biology: Population autonomy. *Doctorate Thesis*, 377 pp. Montpellier: Université des Sciences et Techniques du Languedoc Montpellier.
- Ergüden, D. (2007). Türkiye denizlerindeki tirsilerin (*Alosa* Spp.) moleküler sistematiği. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, Adana, 94 s.
- Ergüden, D., Turan, C. & Çevik, C. (2007). The growth features of pontic shad *Alosa pontica* (Eichwald, 1838) in the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Biological Sciences*, 7(4), 685-688.
- Ergüden, D., Turan, F. & Turan, C. (2011). Length-weight and length-length relationships for four shad species along the western Black Sea coast of Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 942-944.
- Erkoyuncu, İ. (1995). Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No, 95:265.
- Furnestin, J. (1952). L'Alose d'El Kansera, cas d'une adaptation totale d'une espèce anadrome aux eaux douces. *Comptes Rendues de l'Académie de Sciences de Paris*, 234 p.
- Gordo, L. (2002). Growth characteristics of an anadromous and a landlocked population of allis shad, *Alosa alosa*, from the River Mondego, Portugal. In: *Freshwater Fish Conservation: Options for the Future*. (Collares-Pereira, M. J., Coelho, M. M and Cowx, I. G. ed.), 113-120. Oxford:Fishing News Books.
- Gulland, J.A. (1966). Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology, Part 1. Sampling methods. FAO, *Manual in Fishery Science* No:3.
- Gücü, A.C., Genç, Y., Dağtekin, M., Sakınan, S., Ak, O., Ok, M. & Aydın, İ. (2017). On Black Sea anchovy and its fishery. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(3), 230-244.
- Ibănescu, D. C., Popescu, A. & Nica, A. (2016). Estimation of growth and mortality parameters of the pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in Romanian section of the Danube River. *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*, 285-289.
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007). Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7, 33-36.
- Kolarov, P. (1991). *Alosa pontica pontica* (Eichwald, 1938). In: H. Hoestlandt (Ed.), The freshwater fishes of Europe. Clupeidae, Anguillidae, 2, 338-387.
- Özdemir, S., Erdem, Y. & Sümer, Ç. (2006). Kalkan (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758) ve mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordman 1840) balıklarının yaş ve boy kompozisyonundan hesaplanan bazı populasyon parametrelerinin karşılaştırılması. *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 71-75.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z. & Şahin, D. (2009). Karadeniz'de avlanan pelajik türlerden istavrit (*Trachurus trachurus*), lüfer (*Pomatomus saltatrix*) ve tirsi (*Alosa alosa*) balıklarının boy kompozisyonundan populasyon parametrelerinin tahmini, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(1), 1-8.
- Özdemir S., Erdem, E., Aksu, H. & Birinci-Özdemir, Z. (2010). Çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile avlanan bazı pelajik türlerin av kompozisyonu ve boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi. *J.FisheriesSciences.com*. 4(4), 427-436.

- Özdemir, S., Erdem, E. & Aksu, H. (2011). Karadeniz’de ortasu trolü ve demersal trol ile avlanan tirsî (*Alosa tanaica*)’ nin av verimi ve boy kompozisyonunun karşılaştırılması. *XVI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Özet Kitabı*, 140s.
- Patterson, K. (1992). Fisheries for small pelagic species: an emprical approach to management targets. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2, 321-338.
- Pauly, D. (1980). A selection of simple methods for the assesment of tropical fish stocks, *FAO Fisheries Circular 729*, 54.
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. International Center for Living Aquatic Resources Management (*ICLARM*), *Studies and Reviews* 8.
- Polat, N. & Gümüş, A. (1996). Agening of whiting (*Merlangus merlangus euxinus* Nord., 1840) based on broken and burnt otolith. *Fisheries Research*, 28, 231-236.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biology statistics of fish populations. *Bull. Fish Res. Board Can.* 191, 382.
- Sabatié, M-R. (1990). Croissance linéaire de l’alose vraie, *Alosa alosa* Linné, 1758 (Clupeidae), dans l’oued sebou (Façade nord-Atlantique du Maroc). *Cybium* 14(2), 131-142.
- Sabatié, M-R. (1993). Ecological andbiological researches on shad in Marocco (*Alosa alosa* Linné, 1758 and *Alosa fallax* Lacépède, 1803), fishing and taxonomy of Atlantic populations, bioecology of shad in Sebou River. *Doctorate Thesis*, 326 pp. Université de Bretagne Occidentale en Océanologie Biologique
- Savaş, Y. & Polat, N. (2011). Length-weight relationship and condition factor of pontic shad, *Alosa immaculata* (Pisces: Clupeidae) from the Southern Black Sea. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 6(2), 49-53.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment Part 1: Manual, *FAO, Fisheries Technical Paper*, 306/1, Review 2.
- Tıraşın, M. (1993). Balık populasyonlarının büyüme parametrelerinin araştırılması. *Turkish. Journal of Zoology*, 17, 29- 82.
- TÜİK, (2016). Su ürünleri istatistikleri 2015, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara
- Wetherall, F.A., Polovina, J.J. & Ralston, S. (1987). Estimating growth and mortality in steady state fish stocks from lenght-frequency data. (In Pauly, D. and Morgan G.R. 1987. Lenght based methods in fisheries research, International Center for Living Aquatic Resources Management (*ICLARM*) *Conference Proceedings*. 13, 53-74.

Sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) yavrularında kanola küspesi içeren yemlere selüloz ve fitaz enzimi ilavesinin yem dönüşüm oranı ve büyüme performansı üzerine etkileri

Nalan Özgür YİĞİT

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta.

Geliş : 10.11.2017

Kabul : 11.01.2018

Araştırma Makalesi / Research Paper

*Sorumlu Yazar: nalanyigit@sdu.edu.tr

E.Dergi ISSN: 1308-7517

DOI: [10.22392/egirdir.350475](https://doi.org/10.22392/egirdir.350475)

Özet

Sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) yavrularında (başlangıç ağırlığı $0,56\pm 0,02$ g) kanola küspesine dayalı yemlerine selüloz ve fitaz enzim ilavesinin büyüme performansı ve yem dönüşüm oranı üzerine etkilerini araştırmak için 8 haftalık bir besleme çalışması yürütülmüştür. Denemede % 32 kanola küspesi içeren kontrol yemine % 0,1 fitaz ve selüloz enzimi ilave edilerek üç deneme yemi hazırlanmıştır. Besleme denemesi 3 grupta, 3 tekerrürlü ve 9 akvaryumda yapılmıştır. Deneme başında her bir akvaryuma 20 balık stoklanmıştır. Deneme sonunda, % 32 kanola küspesi içeren yemlere fitaz ve selüloz enzimi ilavesinin büyüme parametreleri ve yem dönüşüm oranı üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Bununla birlikte, deneme sonunda, daha yüksek ortalama ağırlık, ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı kontrol ile beslenen deneme grubundan elde edilirken, daha düşük değerler yeme selüloz ilavesi ile beslenen deneme grubundan elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Labidochromis caeruleus*, kanola, fitaz, selüloz, büyüme

Effect on growth performance and feed conversion ratio of addition phytase and cellulase enzyme to diets containing canola meal in yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*) fry

Abstract

A 8-week feeding trial was conducted to evaluate the effects of addition of cellulase and phytase to diet containing canola meal on growth performance and feed conversion ratio of 0.56 ± 0.02 g yellow cichlid fry (*Labidochromis caeruleus*). Three diets were prepared by adding 0.1 % cellulase and phytase to the control diet including 32 % canola meal. The feeding trial was conducted in triplicate in 9 aquariums. At the beginning of the experiment, 20 yellow cichlid fry were stocked into each aquarium. At the end of the experiment, the addition of cellulase and phytase to diet containing 32% canola meal did not have effect on the growth parameters and food conversion ratio (FCR) ($P > 0.05$). However, higher mean weight, weight gain, specific growth rate were obtained from the experimental group fed with the control diet, while lower values were obtained from the experimental group fed with cellulase supplement at the end of the experiment.

Key words: *Labidochromis caeruleus*, canola, phytase, cellulase, growth

GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de akvaryum balığı sektörü gün geçtikçe gelişmekte, ithalat ve ihracat miktarları her yıl bir öncekine oranla artış göstermektedir. Buna karşılık akvaryum endüstrisinde yem fiyatlarının yüksekliği üretimin yaygınlaşmasını engelleyen önemli bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Akvaryum balığı yemleri diğer kültür balığı yemlerinden oldukça pahalıdır. Yağlı tohumlar; fiyatlarının balık ununa göre düşük ve elde edilebilirliğinin yüksek olması nedeniyle balık yemlerinde protein kaynağı olabilecek potansiyele sahip bitkisel yem ham maddeleridir.

Balık yemlerinde kullanılan yağlı tohumlar arasında kanola küspesi; yüksek oranda protein içermesi (%34-38), balıkların ihtiyaç duyduğu dengeli amino asit profiline sahip olması, mineraller ve vitaminlerce zengin olması, balık ununa göre kolay bulunabilmesi ve fiyatının uygun olması nedeniyle balık yemleri için uygun bir yem hammaddesidir. Bununla beraber kanola küspesi ham selüloz ve fitik asit gibi bazı anti besinsel maddeleri içermektedir (Bell, 1993; Thiessen, vd., 2004). Özellikle selülozun yüksek oranda bulunması, kanola küspesinin kullanımını en çok sınırlandıran faktörlerden biridir. Yemlerde yüksek seviyede bulunan selüloz, besin maddelerinin balıklar tarafından kullanılabilirliğini azaltarak büyümelerinin baskılanmasına neden olmaktadır. Bir çok balık türünde selülozu parçalayan selülaz enzimi salgılanmamaktadır. Kanola küspesinde selüloza ilave olarak fitik asit antibesinsel maddesi de bulunmaktadır. Yemlerde bulunan fitik asit, protein, sindirim enzimleri ve bazı mineral maddelerle birleşik yaparak bu maddelerin kullanılabilirliğini düşürmekte ve büyümelerini olumsuz etkilemektedir (Kırkpınar ve Açıkgöz, 2003; Sajjadi ve Carter, 2004; Ünlü, 2004). Hayvan yemlerinde enzimler yem hammaddelerinde bulunan antibesinsel maddeleri inaktive etmek ve dolayısıyla büyümelerini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Liang, 2000; Thiessen vd., 2004; Krogdahl, vd., 2005; Borgeson, 2006; Saha vd., 2006).

Tek mideli hayvanların yemlerden daha iyi yararlanmasını sağlamak amacıyla günümüzde çok sayıda enzim kombinasyonu farklı doz ve formda piyasaya sunulmaktadır. Ekzojen enzimler, yemlerde hayvanlar tarafından değerlendirilemeyen besin maddelerinin kullanımını artırmaktadır (Günaydın, 2004).

Sarı prenses (*L. caeruleus*) balığı, Cichlidae familyasında yer alan ve ticari değeri en yüksek çiklit türlerinden biridir . Bu çalışmada, akvaryum balık yetiştiriciliğinde önemli bir yeri olan sarı prenses balıklarının yüksek oranda kanola küspesi içeren yemlerine fitaz ve selülaz enzim ilavesinin büyüme ve yem değerlendirme üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Balık Materyali ve Deneme Şartları

Besleme denemesi S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi'ne ait Akvaryum Ünitesinde 2 ay yürütülmüştür. Sarı prenses balıkları yerel bir akvaryumcudan temin edilmiştir. Denemede 70 x 30 x 40 cm ebatlarında 9 adet akvaryuma ortalama canlı ağırlığı yaklaşık olarak $0,56 \pm 0,2$ g olan 20 adet sarı prenses balığı stoklanmıştır. Stoklama tesadüf parselleri deneme metoduna göre yapılmıştır. Balıklarının optimal beslenmesine uygun $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 'lik su sıcaklığı termostatlı ısıtıcılarla sabit tutularak, deneme akvaryumlarındaki balıkların beslenmesi elle doyuncaya kadar yapılmıştır.

Yem Materyali

Denemede kullanılan kanola küspesinin besin madde içeriği Tablo 1'de verilmiştir. Kontrol grubu yemi ve bu kontrol grubu yemine % 0,1 oranında fitaz ve selülaz enzimlerinin ilavesiyle deneme yemleri hazırlanmıştır (Tablo 2). Denemede selülaz (5000 unit g^{-1}) *Trichoderma reesei*'den, fitaz (5000 unit g^{-1}) *Pichia pastoris*'den üretilmiş enzimler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan enzimler önce vitamin ve minerallerle, daha sonra diğer yem hammaddeleri ile homojen bir karışım halini alıncaya kadar karıştırılmıştır. Bu karışıma su ilave edilerek hamur haline getirilmiş ve kıyma

makinesinden geçirilerek peletlenip kurutulmuştur. Yemler, daha sonra kullanılmak üzere hava almayan kaplar içerisinde 4 °C’de muhafaza edilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan kanola küspesinin besin içeriği (%)

	Kanola	Balık unu	Soya küspesi	Mısır gluteni
Kuru madde	89,96	93,63	90,29	91,28
Ham protein	36	66	48	58
Ham yağ	3,35	9	3,9	2,8
Ham kül	11,8	20,30	6,5	1,8
Ham selüloz	11,4	-	4,7	1,5
Fitik asit	3,7	-	1,16	0,9

Tablo 2. Denemede kullanılan yem hammaddeleri ve kimyasal analizleri(%)

	Kontrol	Fitaz	Selülaz
Balık unu	29,00	29,00	29,00
Kanola küspesi	32,00	32,00	32,00
Soya küspesi	13,80	13,80	13,80
Mısır gluteni	12,70	12,70	12,70
Mısır unu	0,01	0,01	0,01
Yağ	10,99	10,99	10,99
Vitamin	0,50	0,50	0,50
Mineral	0,20	0,20	0,20
Pelet bağlayıcı	0,80	0,80	0,80
Enzim	0,00	0,10	0,10
Kimyasal kompozisyon			
Ham protein	44,20±0,15	44,57±0,15	44,67±0,09
Ham yağ	14,47±0,31	14,77±0,19	14,33±0,27
Ham selüloz	5,58±0,22	5,15±0,08	5,39±0,15
Ham kül	9,62±0,11	9,54±0,12	9,28±0,06
Nitrojensiz öz madde	5,47±5,47	4,71±4,56	5,15±5,26
Kuru madde	79,34±0,17	78,74±0,43	78,82±0,38
Sindirilebilir enerji (kcal kg ⁻¹)	4000	4000	4000

Verilerin Değerlendirilmesi

Denemelerden elde edilen verilerin istatistikî değerlendirmesi SPSS 11.00 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Bütün verilere varyans homojenlik testleri uygulandıktan sonra varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan’ın çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Deneme sonu ortalama canlı balık ağırlığı, Canlı ağırlık kazancı (g), spesifik büyüme oranı (%), yem dönüşüm oranı ve yaşama oranı tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kanola küspesi içeren yemlere enzim ilavesi ile beslenen *L. caeruleus* balıklarının büyüme, yem değerlendirme ve yaşama oranları

	Kontrol	Fitaz	Selülaz
Deneme başı ortalama ağırlık (g)	0,56±0,01	0,58±0,01	0,57±0,02
Deneme sonu ortalama ağırlık (g)	1,15±0,08	0,91±0,12	0,87±0,08
Spesifik büyüme Oranı (%)	1,19±0,13	0,72±0,18	0,70±0,20
Yem dönüşüm oranı	3,00±0,29	3,53±0,32	3,63±0,33
Yaşama oranı (%)	100	100	100

Ağırlık kazancı = Deneme sonu ort. ağırlık (g) – Deneme başı ort. ağırlık (g)

Spesifik büyüme oranı = ((In deneme sonu ağırlığı – In deneme başı ağırlığı) / Deneme süresi (gün)) × 100

Yem dönüşüm oranı = Harcanan yem miktarı (g) / kazanılan canlı ağırlık (g) x 100

Yaşama oranı = (Deneme sonu balık sayısı/Deneme başı balık sayısı) x100

Çalışmamızda sarı prenses balıklarının yemlerine fitaz enzimi ilavesi ile büyüme parametreleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Elde edilen sonuçlar ile benzer şekilde, Sajjadi ve Carter (2004), 100,7 g ağırlığındaki Atlantik salmonu (*Salmo salar*) balıklarının %35 kanola küspesi içeren yemlerine fitaz enzimi ilave ederek yaptıkları beslemede büyümenin değişmediğini bildirmişlerdir. Fitaz enziminin büyüme üzerine etkili olmamasının nedeni olarak yemdeki bitkisel yem hammaddelerinin az kullanılmasından dolayı yem fosfor içeriğince zayıf kalması ve yemdeki fitazın etkin bir şekilde kullanılmamasından kaynaklanabileceğini belirtilmişlerdir. Forster vd. (1999), ortalama ağırlıkları 17,9 g olan gökkuşağı alabalıklarını %41,58 kanola protein konsantresi içeren yemlerine farklı oranlarda fitaz enzimi eklendiğinde büyümenin değişmediğini bildirmişlerdir. Yiğit vd. (2016) alabalık yemlerinde %44 soya küspesi içeren yemlere fitaz ilave edildiğinde büyüme performanslarının değişmediğini bildirmişlerdir. Bulgularımızdan farklı olarak, Vielma vd. (2004) 18,5 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarında %55 soya küspesi içeren yemlere fitaz enzimi ilave ettiklerinde ağırlık kazancının arttığını bildirmişlerdir. Jackson vd. (1996), 6,5 g ağırlığındaki kanal yayınlarının yemlerine farklı oranlarda (500, 1000, 2000 ve 4000 fitaz ünit/kg) fitaz enzimi eklenerek besleme yapıldığında, 500 ünit/kg ve daha fazla oranda fitaz eklenen yemle beslenen balıkların, enzim eklenmeyen yemle beslenenlere göre daha fazla canlı ağırlık kazandıklarını saptamışlardır. Liebert ve Portz (2004), 68,8 g ağırlığındaki tilapia (*O. niloticus*) balıkları farklı oranlarda (500, 1000, 2000 ve 4000 FTU/kg, (SP1002)) fitaz içeren yemlerle 60 gün beslendiğinde, 1000 ve 2000 FTU/kg içeren yemle beslenen balıkların enzim eklenmeyen yemle beslenenlere göre daha fazla büyüme gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, yeme selülaz ilavesinin büyüme üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Yiğit ve Ölmez (2009) tilapialar da kanola küspesi içeren yemlere selülaz enzimi ilave ederek yaptıkları besleme çalışmasında büyüme ve yem değerlendirmenin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Erdoğan ve Ölmez (2009), %36 kanola küspesi içeren melek balığı yemlerine 0,5-1 g/kg selülaz enzimi ilave ederek beslediklerinde büyüme performansının etkilenmediğini bildirmişlerdir. Shi vd. (2017) havuz balıklarında %35,5

chlorella içeren yemlerine 1-1,5 g kg⁻¹ selülaaz enzimi ilave ederek beslediklerinde büyümenin iyileştiğini, 2g kg⁻¹ selülaaz enzimi ilave ederek beslediklerinde büyümenin azaldığını bildirmişlerdir. Ng vd. (2002), 5 g tilapia balıklarının % 20 hurma çekirdeği küspesi içeren yemlerine %0,1 oranında enzim karışımı (proteaz, selülaaz, pentosanaz, α-galaktosidaz, mannaz, amilaz) ilavesinin büyümelerini değiştirmediğini, %40 hurma çekirdeği küspesi içeren yemlere aynı enzim karışımı ilave edildiğinde canlı ağırlık kazancını artırdiğını bildirilmiştir. Buchanan vd. (1997), karideslerin %20 kanola küspesi içeren yemlerine %0,25 porzyme enzim karışımı ilavesinin büyümeyi etkilemediğini, aynı enzimi %64 kanola küspesi içeren yemlere eklendiğinde büyümeyi önemli derecede artırdiğını bildirilmiştir.

Sonuç olarak, sarı prenses balıklarında %32 kanola küspesi içeren yemlerine % 0,1 oranında fitaz ve selülaaz enzimlerinin ilavesinin büyüme ve yem değerlendirme üzerine olumlu bir etkisinin olmadiğı tespit edilmiştir. Enzimlerin etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için farklı kanola ve enzim oranlarının da çalışılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Bell, J. M. (1993). Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, 73, 679–697.
- Borgeson, T. L. (2006). Effect of replacing fish meal with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to nil tilapia (*Oreochromis niloticus*). Master thesis. Department of Animal and Poultry Science. University of Saskatchewan.140p. Saskatoon.
- Buchanan, J., Sarac, H. Z., Poppi, D. & Cowan, R. T. (1997). Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. *Aquaculture*, 151, 29-35.
- Erdogan, F. & Olmez, M. (2009). Effects of enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(9), 1740-1745.
- Forster, I., Higgs, D. A., Dosanjh, B. S., Rowshandeli, M. & Parr, J. (1999). Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11°C fresh water. *Aquaculture*, 179, 1-4.
- Günaydın, N. (2004). Mısır-soya ağırlıklı etlik piliç yemlerine enzim ilavesinin performans ve bazı bağırsak parametrelerine etkileri, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, *Yüksek lisans tezi*, 41 s. Ankara.
- Jackson, L. S., Li, M. H. & Robinson, E. H. (1996). Use of microbial phytase in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) diets to improve utilization of phytate phosphorus. *Journal of the World Aquaculture Society*, 27 (3), 309–313.
- Krogdahl, A., Hemre G. I. & Mommsen, T. P. (2005). Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11, 103–122.
- Kırkpınar, F. & Açıkgöz, Z. (2003). Kanatlı hayvanlarda nişasta tabiyatında olmayan polisakaritlerin sindirim sistemi mikroflorası üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 44, 20- 28.
- Liang, D. (2000). Effect of enzyme supplementation on the nutritive value of canola meal for broiler chickens. Master thesis of Department of Animal Science. The University of Manitoba, 123p. Canada.
- Liebert, F. & Portz, L., (2004). Growth, nutrient utilization and parameters of mineral metabolism in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed plant-based diets with graded levels of microbial phytase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 88 (9-10), 311–320.

- Ng, W. K., Lim H.A., Lim S.L. & İbrahim C.O. (2002). Nutritive value of palm kernel meal pretreated with enzyme or fermented with *Trichoderma koningii* as an dietary ingredient for red hybrid tilapia *Oreochromis* sp. *Aquaculture Research*, 33, 1199-1207.
- Saha, S., Roy, R. N., Sen, S. K. & Ray, A. K. (2006). Characterization of cellulase- producing from the digestive tract of tilapia, *Oreochromis mossambica* and grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture*, 37 (4), 380-388,
- Sajjadi, M. & Carter, C. G. (2004). Dietary phytase supplementation and the utilisation of phosphorus by Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed a canola-meal-based diet. *Aquaculture*, 240 (1-4), 417-431.
- Shi, X., Luo, Z., Chen, F., Wei, C. C., Wu, K., Zhu, X. M. & Liu, X. (2017). Effect of fish meal replacement by Chlorella meal with dietary cellulase addition on growth performance, digestive enzymatic activities, histology and myogenic genes' expression for crucian carp *Carassius auratus*. *Aquaculture Research*. 48(6), 3244–3256.
- Thissen, D. L., Maenz, D. D., Newkirk, H. L., Classen, H. L. & Drew, M. D. (2004). Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture nutrition*, 10, 379-388.
- Ünlü, H.B. (2004). Etlik piliç karmalarında fitaz enzimi kullanımının yem fosforundan yararlanmaya ve performansa etkileri, Ege Üniv. Zootekni Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. 103s.
- Vielma, J., Ruohonen, K., Gabaudan, J. & Vogel, K. (2004). Top spraying soybean meal based diets with phytase improves protein and mineral digestibilities but not lysine utilization in rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)], *Aquaculture Research*, 35, 955–964.
- Yiğit, N. O., Bahadır Koca, S., Didinen, B. I. & Diler, I. (2016). Effect of protease and phytase supplementation on growth performance and nutrient digestibility of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) fed soybean meal-based diets. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1),29-32.
- Yiğit, N.O. & Ölmez, M. (2009). Canola meal as an alternative protein source in diets for fry of tilapia *Oreochromis niloticus*, *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 61(1), 35-41.

Dyneema Lifinden Düğümsüz Ağ Yapımı ve Bazı Özellikleri*

Mete KUŞAT**, Tuğba KOCA

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta.

Geliş : 28.11.2017

Kabul : 16.02.2018

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu Yazar: metekusat@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308-7517

[DOI: 10.22392/egirdir.358663](https://doi.org/10.22392/egirdir.358663)

Özet

Dyneema (UHMwPE) (Ultra High Molecular weight Polyethylene), yaklaşık 20 yıl kadar önce Hollanda'da DSM firması tarafından, polietilenden yüksek teknolojide üretilmiş bir markadır. Poliamide göre daha esnek olup özgül ağırlığı ($0,97 \text{ g/cm}^3$) sudan daha düşük olduğu için yüzer. Daha ince ve hafif olmasına rağmen, performansı daha yüksektir. Dolayısıyla, kültür balıkçılığında daha fazla tercih edilen bir ağ ipi olabilir. Bu amaçla ülkemizde ilk defa Dyneema lifinin balık ağı sanayinde kullanıma imkânları araştırılmıştır. Dyneema lifinin ip şekline getirilmesi, düğümsüz ağ makinelerinde örme zorlukları, ip halinde ve örüldükten sonraki kopma dayanıklılıkları test edilmiştir. . Bu testlerin neticesinde Dyneema ipinin kopma kuvveti, balık ağı yapımında yaygın olarak kullanılan poliamid (PA) iplerinden 2,48; ağ gözü kopma kuvveti 1,89 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, kafes ağı yapımında Dyneema ipi kullanılması halinde maliyetin düşeceğini hem de kullanım kolaylığı sağlanacağını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kafes ağı, dyneema, kopma kuvveti, polyamid (PA)

Some Features of Dyneema and Knotting Knotless Fish Net from Dyneema Fiber

Abstract

Dyneema (UHMwPE) (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) is a brand produced from high-tech polyethylene by the DSM firm in the Netherlands about 20 years ago. It is more flexible than polyamide and floats because its specific weight ($0,97 \text{ g/cm}^3$) is lower than water. Despite being thinner and lighter, performance is higher. Therefore, it may be a more preferred netting in aquaculture. For this purpose, the possibility of using Dyneema fiber in fishnet industry was investigated for the first time in our country. It has been tested taking the twisting of the Dyneema fiber, knotting difficulties in knotless netting machines, string breaking and subsequent breaking strengths were tested. As a result of these tests, the breaking force of the Dyneema twist was 2.48 times higher than the polyamide (PA) twists commonly used in fishing net construction and the net mesh breaking force was found to be 1.89 times greater. These results show that the use of Dyneema twist in the construction of the cage-net will reduce the cost and ensure ease of use.

Keywords: Cage net, dyneema, breaking force, polyamid (PA)

*Bu çalışma, TÜBİTAK (2209-A) tarafından desteklenmiştir.

GİRİŞ

Kafes balıkçılığının hızlı gelişiminde, ağ yapımındaki teknolojik gelişmelerin de rolü büyüktür. Balık ağlarının tarihçesine bakıldığında, ilk olarak bitkisel, daha sonraki dönemler de hayvansal liflerin ikinci dünya savaşının bitimine kadar kullanıldığı görülmektedir (Mengi, 1989; Çelikkale vd., 1993; Kuşat ve Bolat, 1995). Daha sonra 20.yy başlarından itibaren kimya sanayi alanındaki gelişmeler balıkçılık alanında da etkili olmuştur (Hoşsucu, 1991).

Günümüzde ağ yapımında kullanılan sentetik materyallerin en yaygın olarak kullanılanı Poliamid (PA) 6,6 (nylon) ve Poliamid 6 (perlon)' dur. Bu ürünlerden yapılmış ağların balıkçılık sektöründe kullanılması ile üretim miktarları artmıştır. Dünya balıkçılık üretimi 1910 yılında 4 milyon ton düzeyinde iken, 1960 yılına gelindiğinde 38 milyon ton'a, 1989 yılında 100 milyon ton'a, günümüzde ise 167,2 milyon ton'a ulaşmıştır (Hoşsucu, 1998; FAO, 2018) . Sentetik ağların sağlam, hafif, istenilen yoğunluk ve kopma kuvvetinde üretilmesinin yanı sıra; çürümeye karşı dayanıklı, temizlenmesi kolay olması gibi birçok özellik balıkçılıkta tercih nedeni olmuştur (Hamley, 1975; Timur ve Taşdemir, 1989).

Kimya sanayinin gelişmesiyle ağlarda istenilen bu özelliklerin bir arada bulunduğu yeni lifler üretilmeye başlanmıştır. Dyneema (UHMwPE) (Ultra High Molecular weight Polyethylene) işte bu noktada karşımıza müthiş bir çözüm olarak çıkmaktadır. Başta Norveç, Şili, Yunanistan gibi ülkeler büyük kafeslerde avantajlarından dolayı, hızla Dyneema ağ kullanımına geçmişlerdir (Gündüz, 2012; Çekimhalat, 2017).

Dyneema özünde polyethilen (PE) bir elyafıdır. Ancak, özel üretim teknikleri ile çok güçlü bir elyaf haline getirilmektedir. Öyle ki, birim ağırlık esas alınarak yapılan bir karşılaştırmada, kaliteli çelikten 15 kat, poliamid lifinden 5 kat ve aramid elyafdan 1,5 kat daha yüksek bir kopma kuvvetine sahip olduğu belirtilmektedir. Yoğunluğu az olduğu için sudan hafiftir. Nem ve deniz suyuna karşı maksimum direnç sağlar. Bunların yanı sıra ultraviyole (U.V.) ve kimyasal direnci de diğer sentetik elyaflara göre çok daha üstündür. Kopma uzamasının (%5) ve esnekliğinin az olmasının sabit ağ göz açıklığı oluşturması, yüksek performansını ortaya koymaktadır. Bu nedenle uygulama alanları neredeyse sınırsızdır (Gündüz, 2012). Üretim işlemleri ticari patent altına alınmıştır (Tokaç, 2010).

Dünyada Dyneema lifini üreten ülkeler belli ve sınırlı sayıdadır. Balıkçılıkta kullanılan Poliamid ve Dyneema lifleri ülkemizde üretilmemektedir. Poliamidin ticari isim olan naylon kullanılmakta ve sentetik lifler içerisinde en yumuşak ve esnek olanıdır. Elle ve makine örmeye sorun çıkarmayan yumuşaklıkta, düğüm atması kolay olan iplerdir. Ancak Dyneema'nın esnekliğinin az olması dokumada sorunlar çıkarabilmektedir.

Dyneema, her türlü ip, halat, kablo ve kompozit levhanın yanı sıra balık ağları için de çok önemli bir komponent olarak balıkçılık, denizcilik ve açık deniz (off-shore) uygulamalarının önemli bir materyali durumundadır. Çok ince, hafif ve güçlü yapısıyla koruyucu eldivenlerle metal endüstrisinde, bazı spor faaliyetlerinde ve cerrahi iplik ve implant uygulamalarıyla da medikal sektörün hizmetindedir. Ayrıca, kurşungeçirmez yelek ve zırh yapımındaki performansıyla da askeri alanda kendine yer bulmaktadır. Günümüzde birçok siyasi lider Dyneema elyafından yapılmış kurşungeçirmez yelekler kullanmaktadır (Gündüz, 2012). Bu çalışma ile de ülkemizde Dyneema ağlar üretilerek, sektöre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Dyneema lifi [Dyneema® Hollanda'da 25 yıl kadar önce polietilenden (UHMwPE - Ultra High Molecular weight Polyethylene) üretilerek geliştirilmiş DSM firmasının markasıdır (Çekimhalat 2017)] ele alınmıştır. Çalışma Türkiye'de bulunan 7 ağ fabrikasından birisi olan Ege Balık Ağları Sanayi ile ortak yürütülmüştür. Ege Balık Ağları, Isparta'nın Eğirdir İlçesi'nde 1997 yılında kurulmuş

Japon teknolojisine göre üretim yapan, düğümlü, düğümsüz ağ örme ve büküm makinelerine sahiptir. Fabrikanın ürünleri monofilament (misina), multiflament (nylon), raschael düğümsüz ağ, tarımsal, güvenlik, spor amaçlı ağlar ve plastik mantarlardır. Yıllık üretimi 500 ton/yıldır. Çalışmanın yapıldığı tarihlerde Dyneema, Hollanda DSM firmasından, PA ipliklerde Slovakya'dan ithal edilen ürünlerdir.

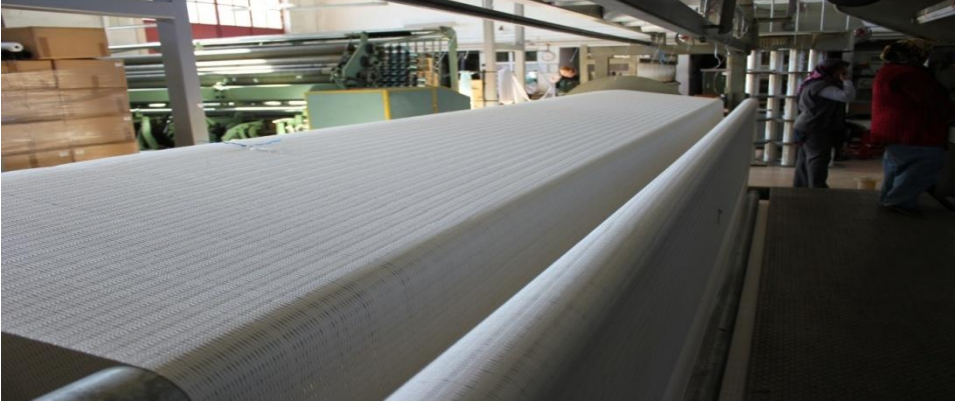
Dyneema lifinden ip ve ağ üreten firmalardan gerekli bilgiler alınarak deneme üretimi yapılmıştır. Kopma mukavemetleri Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından test edilmiştir. TSE'nin Balık ağları-ağ ipliklerinin kopma kuvveti ve düğüm kopma kuvvetinin tayini TS EN ISO 1805 standardına göre kuru kopma kuvvetleri belirlenmiştir (TSE 2007). Ağ fabrikasında, genellikle PA ağ örüldüğünden Dyneema ağ ipi için makine ayarları değiştirilmiştir. Test edilen ve ağın örüldüğü ipler 1600 denye (denye: 9000 m uzunluktaki ipliğin gram cinsinden ağırlığıdır) numaradır, ağın göz büyüklüğü 20 mm dir. Dyneema'nın kökeni polyethilen (PE) olduğu için boyanmamış ve ütülenmemiştir (Şekil 1, 2, 3).



Şekil 1. Ege Balık Ağları'nda Dyneema lifinin bobinlere sarılarak ip haline getirilişi



Şekil 2.Ege Balık Ağları Fabrikasında Dynema'nın dokunma anı



Şekil3. Ege Balık Ağları Fabrikasında dokunmuş düğümsüz Dyneema ağ

BULGULAR

TSE (Türkiye Standartlar Enstitüsü) tarafından test edilen, 1600 denye x 6 numara, Dyneema ve PA ipliklerin kopma kuvveti değerleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo1. Dyneema ve Poliamid (PA) iplerinin kopma kuvvetleri

	Dyneema(1600 dx6)	Poliamid(PA)(1600 dx6)
İp kopma mukavemeti (N)	279,73 N	112,7 N
İp kopma mukavemeti (kgf)	28,52 Kgf	11,5 Kgf

Bu sonuçlara göre Dyneema ipinin kopma kuvveti, poliamide göre 2,48 kat daha yüksektir.

Dyneema ve poliamid ağlar 1164 Rtex numara ipliklerle örülmüştür. Bu ağların ağ gözü kopma kuvvetleri ile ilgili TSE' ye gönderilerek elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Dyneema ve poliamid (PA) ağların, ağ gözü kopma kuvvetleri

	Dyneema (1164 Rtex)	Poliamid) (1164 Rtex)
Ağ gözü kopma mukavemeti (N)	1094 N	578,2 N
Ağ gözü kopma mukavemeti (kgf)	111,61 Kgf	59 Kgf

Bu sonuçlara göre Dyneema ağ kopma kuvveti, poliamid ağ gözü kopma kuvvetinden, 1,89 kat daha fazladır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

1600dx6 numara iplikle örülen Dyneema ağın kütlesi göz büyüklüğüne bağlı olarak değişmekle birlikte m² si 150 gr civarındadır. Yurtdışından 30-35 Euro/kg'a ithal Dyneema lifinden örülen ağların Türkiye piyasasında 45 Euro/kg başlangıç fiyatıyla pazarlanabileceği düşünülmektedir. Hale hazırda yurt dışından ithal edilen bu ağların 70-75 Euro/kg'dır. Dolayısıyla, kültür balıkçılığı sektörü de yerli ağları tercih

edecektir. Polyamid ağların ise 1 m² si (1600 dx6) 240-250 gr gelmektedir. Lif olarak 3 Euro'dan ithal edilmekte ve ağ olarak satışı ise 5,5 Euro'dur. Balıkçılık için poliamid lif de ülkemizde uzun süredir üretilmemektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Dyneema ve Poliamid ağların bazı özellikleri

	Dyneema	Poliamid (PA)
Ağırlığı (1600 dx6)	150 kg/ m ²	240-250 kg/ m ²
U.V. ışınlarından etkilenme	Az etkilenir	Çok etkilenir
Üretim yeri	İthal	İthal
Lif fiyatı	30-35 euro	3 euro
Ağ fiyatı	45 euro	5,5 euro
Ağ gözü temizleme zamanı	12 ayda bir	5 ayda bir

Dokuma esnasında, Dyneema ipinin çok lifli yapısı nedeniyle mekik ve bobinlere sarılma esnasında tel tel ayrıldığı görülmüştür. Sağlam bir ip olduğundan iğnelere dolaşma durumunda, iğneleri kullanılamaz hale getirmiştir. Bu yüzden Dyneema ağlarının dokunması, poliamid ağlara göre daha zor ve zahmetlidir.

Poliamid (PA) ağların örülmesinde bir makine başında bir personel çalışırken, Dyneema da 4-5 kişi ancak yeterli olmuştur. Seri üretime geçildiğinde personelin tecrübesiyle zamanla bu tip sıkıntıların azalabileceği düşünülmektedir.

Dyneema'nın dokuma işlemlerindeki dezavantajlarının yanı sıra birçok avantajları olduğu da düşünülmektedir. Bunlardan birisi de suda hafif olmaları ve polyamid ağların aksine suyu çekmemeleridir. Bu durum, kafes operasyonlarının daha emniyetli bir şekilde yapılmasını sağlayarak, daha az personel ve daha düşük kapasiteli makine-ekipman ile su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin yönetimini kolaylaştıracaktır. Ayrıca PA'den yapılan ağların her hangi bir nedenden dolayı kopması ve yetiştiricilik alanlarına kaçan balıkların diğer balıklar üzerine oluşturdukları olumsuz etkileri söz konusudur (Ateşşahin vd. 2011).

Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) üreten ülkeler içerisine giren Çin son yıllarda üretim kalitesini artırarak, dünya piyasasına girmesiyle 45 € olan fiyatları 35 €'ya geriletmiştir. Çin üretilen yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE)'nin ticari olarak 'Dyneema' markasını kullanmadığından yüksek yoğunluklu polietilen (UHPE) ismiyle pazarlanmaktadır. Kafes balıkçılığı yapan birçok ülke (Yunanistan, Norveç gibi) Çin üretimi UHPE kullanmaya başlamıştır.

Kafes balıkçılığının sorunlarından biri de, ağ gözlerinin kısa sürede kirlenip tıkanmasıdır. Bunu önlemek için kullanılan anti-fouling boyalar Dyneema ağların kullanımıyla %50 oranında azalmıştır. Kirlenme suda oksijensizliğe, balıkların hastalanmalarına ve stres ortamında yaşamalarına neden olmaktadır. Kirlenen ağların sık değiştirilmesi işletmelerin işçilik ve maliyet giderlerini artırmaktadır. Yunanistan'da Dyneema ağları kullanan şirketin test ve tespitlerine göre naylon ağlar 5-7 ayda bir; Dyneemalar yılda bir kez temizlenmektedir (Gündüz, 2012).

Kafes balıkçılığında bazı balık türleri (çipura) düğümleri kemirerek veya predatörler (fok, deniz kaplumbağası gibi çeşitli memeliler) ağda delik açabilmektedirler. Dyneema ağlarında düğümlerin daha küçük ve kopma mukavemetlerinin yüksek olması bu sorunu da azaltmıştır (Gündüz, 2012; Ateşşahin ve Duman, 2016).

KAYNAKLAR

- Ateşşahin T., Dartay M., Duman E. & Gül M.R. (2011). Karakaya Baraj Gölü'nde gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) avcılığı ve av verimi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4 (1), 113-117.
- Ateşşahin, T. & Duman, E. (2016). Monofilament balık ağlarında kopma dayanımının araştırılması. *Fırat University Journal of Science*, 28(2), 25-32.
- Çekimhalat (2017). Dyneema Nedir. <http://www.cekimhalat.com/u/dyneema>, (Erişim Tarihi: 23.11.2017).
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E. & Candeğer, A. F. (1993). Av Araçları Ve Avlama Teknolojisi, *K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Genel Yayın No:162, Fakülte yayın No:4. 541s, Trabzon.*
- Gündüz, C. (2012). Dyneema Ağlar. *Su Dünyası Dergisi, Aylık Su Ürünleri Dergisi*. Eylül Sayısı, 62-63s, İzmir.
- FAO. (2018). <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>.
- Hamley, J. M. (1975). Review of gillnet selectivity. *J.Fish Res. Board Of Canada*, 32(11),8
- Hoşsucu, H. (1991). Balıkçılık (Av Araçları ve Avlama Yöntemleri). *E.Ü. Su Ürünleri Yüksek Okulu, Yayın No:22, 253s Bornova / İzmir.*
- Hoşsucu, H. (1998). Balıkçılık I. Avlama Araçları ve Teknolojisi. *Ege Üni. Su Ürün. Fak. Yay No:55 Ders Kitabı Dizini No:24*
- Kuşat, M. & Bolat, Y. (1995). Ağ Malzemeleri ve Ağ Donanımı Ders Notları. *S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, 61s, Eğirdir – Isparta
- Mengi, T. (1989). Ağ Yapımı, Materyal ve Tekniği. *Fırat Üniversitesi Yayınları*, 367s. Elazığ.
- Timur M. & Taşdemir, O. (1989). Ağ Materyali ve Ağ Yapım Tekniği, *Akdeniz Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Yüksekokulu, Yayın No:8,221s, Antalya.*
- Tokaç, A. (2010). Ağ Yapım ve Donanım Tekniği. Balıkçılık II. *Ege Üniversitesi Yayınları Su Ürün. Fak. Yayın. No:80. Ders Kitapları Dizini No: 40. İzmir.*
- TSE (2007). Balık Ağları- Ağ İplerinin Kopma Kuvveti ve Düğüm Kopma Kuvvetinin Tayini. *TS EN ISO 1805. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara*

Tunca Nehri'nin (Edirne) Rotifera Faunası ve Komünite Yapısı

Hüseyin GÜHER*, Yasemin DEMİR

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne.

Geliş : 13.12.2017

Kabul : 12.02.2018

Araştırma Makalesi / Research Paper

*Sorumlu yazar: huseying@trakya.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

DOI: [10.22392/egirdir.365239](https://doi.org/10.22392/egirdir.365239)

Özet

Bu araştırma sınır aşan önemli akarsularımızdan Tunca Nehri'nde Rotifera'nın komünite yapısını ve çeşitliliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Tunca Nehri'nde belirlenen 4 istasyonda Haziran 2014-Mayıs 2015 tarihleri arasında aylık olarak Rotifera örnekleri toplanırken bu organizmaları etkileyen bazı çevresel parametrelerde ölçülmüştür. Rotifera'da 20 tür tespit edilirken Tunca Nehri'nde yıllık ortalama 1243 birey/m³ Rotifera bireyi bulunmuştur. En yaygın türler olarak *Brachionus quadridentatus* % 36,2 (450 birey/m³), *Keratella quadrata* % 12,3 (152 birey/m³), *Asplanchna priodonta* % 11,9 (148 birey/m³), *Brachionus plicatilis* % 6,4 (80 birey/m³), *Keratella cochlearis* % 6,0 (74 birey/m³) bulunmuştur. En fazla organizma (2191 birey/m³) sonbahar mevsiminde ve 2. istasyonda (1496 birey/m³) tespit edilmiştir. Tunca Nehri'nin ölçülen çevresel parametreler Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve nehir suyunun genel olarak I. ila II. sınıf su kalitesi arasında değiştiği, sadece fosfat değerleri açısından III. ila IV. sınıf su kalitesi arasında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tunca Nehri, rotifera fauna, mevsimsel dağılım.

Rotifera Fauna and Community Structure of Tunca River (Edirne)

Abstract

This research was carried out to determine Rotifera fauna and its community structure in Tunca River which is one of the important transboundary streams in Turkey. For this purpose, zooplankton and water samples were taken periodically between from June 2014 to May 2015 in 4 stations in the river. A total of 20 species of Rotifera were determined in the qualitative evaluation of samples taken from the river. The quantitative evaluation of the samples showed that 1243 ind./m³ Rotifera average was found in Tunca River. *Brachionus quadridentatus* 36.2 % (450 ind./m³), *Keratella quadrata* 12.3 % (152 ind./m³), *Asplanchna priodonta* 11.9 % (148 ind./m³), *Brachionus plicatilis* 6.4 % (80 ind./m³) and *Keratella cochlearis* 6.0 % (74 ind./m³) were found to be the most common species. The maximum individual numbers were found in 2nd station with 1496 ind./m³ and autumn season was the period during when the highest individual data (2191 ind./m³) was obtained. According to the water quality associations regulations, the physico-chemical features of Tunca River changed according to first and second quality levels. Only the phosphate values were found between third and fourth quality levels.

Keywords: Tunca River, rotifera fauna, seasonal variation,

GİRİŞ

Bir sucul ekosistemin tipik zooplankton topluluğu genelde Protozoa, Rotifera, Copepoda ve Cladocera'dan oluşur (Rocha vd.,1999). Bu topluluk, akuatik ekosistemin yapısına, bulunduğu coğrafik bölgeye, zamana kısaca suyun fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerine göre farklılıklar göstermekle birlikte ekosistemdeki zooplankton topluluğunun önemli bir bölümünü Rotifera grubu oluşturmaktadır (Jackson ve Schmitz, 1987). Rotifera kısa üreme süreleri, yüksek oranda yavru üretebilme ve istirahat yumurtaları oluşturma özelliklerinden dolayı tatlı su ekosistemlerinde (Saksena, 1987)

özellikle de ötrofik sularda diğer zooplankton gruplarına nazaran genellikle daha bol olarak bulunurlar (Herzig, 1987). Rotifera su kalitesi, ötrofikasyon ve suların kirlenme düzeylerinin indikatör organizmaları olmalarının yansırı sucul ekosistemlerde madde ve enerji döngüsünün devamlılığı açısından da son derece önemli organizma gruplarıdır. Bu nedenle akuatik bir ortamın verimliliğini anlamak için o ortamdaki Rotifera türlerinin ve bolluğunun iyi tetkik edilip belirlenmesi gerekir (Altındağ ve Sözen, 1996; Davies vd., 2009; Okogwu, 2010).

Bundan dolayı Türkiye'nin iç sularında özellikle baraj gölleri, göller ve göletler gibi durgun sulardaki Rotifera tür çeşitliliğini ve dağılımını incelemeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmış ve kontrol listeleri yayınlanmıştır (Ustaoğlu, 2004; Ustaoğlu vd., 2012; Güher, 2014). Ancak akarsularda yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmasına rağmen sınırlı sayıdadır. Bozkurt vd. (2002) Asi Nehri; Bozkurt (2004) Akdeniz Bölgesi'ndeki Bazı Akarsular; Akbulut ve Yıldız (2005) Fırat Nehri Havzası; İpek ve Saler (2008, 2012) Seli Çayı ile Görgüšan Çayı ve Geban Deresi; Altındağ vd. (2009) Karaman Deresi; Saler (2011) Munzur Nehri; Bozkurt ve Akın (2012) Yeşilirmak; Dorak (2012, 2013) Eski Riva ve Bıçkı Dereleri ile Aşağı Sakarya nehir havzası; Baysal ve Saler (2014) Çalgan Deresi; Bulut ve Saler (2014) Murat Nehri; Saler vd. (2015) Karasu Nehri; Güher (2016) Meriç Nehri'nde araştırmalarda bulunmuşlardır. Ancak bugüne kadar Tunca Nehri'nin Rotifera faunası, bolluğu ve mevsimsel dağılımları üzerine kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır.

Bu nedenle bu araştırmada sınır aşan sularımızdan ve Meriç Nehri'nin önemli bir kolu olan Tunca Nehri'nin Rotifera faunasını, bolluğunu, mevsimsel dağılımlarının incelenmesi ve bazı çevresel parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATARYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bulgaristan'ın Karadağ bölgesinde 1940 m yükseklikten doğan Tunca Nehri, 384 km uzunluğundadır. Havza alanı 7884 km² olan nehir, Bulgaristan sınırları içerisinde Sliven, Yambol, Elhovo gibi yerleşim merkezleri içinden geçerek, 12 km boyunca Türkiye Bulgaristan sınırını oluşturur ve Edirne ili Suakacağı Köyü mevkiinden Türkiye sınırlarına girer. Tunca Nehri, Türkiye sınırları içerisinde yaklaşık 40 km yol aldıktan sonra Meriç Nehri ile birleşir (Şekil 1). Tunca Nehri Türkiye ye girdikten sonraki bölümü genel olarak çeltik tarımının yapıldığı tarımsal alanlarla çevrilidir. Nehir etrafında sanayi yoktur. Ancak Edirne şehir merkezinde geçmesi nedeniyle nehir etrafında mesire yerleri bulunmaktadır. Araştırma Haziran 2014- Mayıs 2015 tarihleri Tunca Nehri'nin Türkiye sınırları içerisinde kalan bölümünde gerçekleştirilmiştir. Nisan ayında olumsuz hava şartları nedeniyle örnekleme yapılamamıştır. Rotifera örneklerinin toplanması ve bazı çevresel parametrelerin belirlenmesi için Tunca Nehri'nin Türkiye sınırında kalan bölümünde 4 istasyon seçilmiştir (Şekil 1 ve Tablo 1).



Şekil 1: Tunca Nehri'nin konumu ve örnekleme istasyonları.

Tablo 1: Tunca Nehri'nde örnekleme istasyonları ve koordinatları

	Mevki ve koordinatlar	Özellikleri
1. İstasyon	Suakacağı Köyü 41° 50' 25.39" N, 26° 35' 47.50" E	Nehrin Bulgaristan'dan Türkiye topraklarına girdiği noktadır. Nehir yatağı dar ve akış hızlıdır.
2. İstasyon	Değirmenyeni Köyü 41° 45' 40.66" N 26° 32' 52.09" E	Nehir etrafı tarımsal alanlarla çevrilidir. Nehir yatağı genişlemekte ve akıntı yavaştır.
3. İstasyon	Edirne-Sarayıcı 41° 41' 36.30" N 26° 32' 39.25" E	Edirne şehir merkezine 2 km uzaklıktadır. Nehir yatağı daralmakta ve akış yavaştır.
4. İstasyon	Kirişhane 41° 39' 35.81" N 26° 35' 56.58" E	Tunca Nehri'nin Meriç Nehri ile birleşmeden önceki noktadır. Akış hızlıdır.

Tunca Nehri'nde Rotifera örnekleri aylık periyotlar halinde su pompası yardımıyla su yüzeyinin 15-25 cm (orta kısmı) altında çekilen 70 litre su, 55 mikron göz aralığına sahip plankton kepeçesinden süzülerek toplanmıştır. Toplanan örnekler % 4 lük formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen Rotifera örneklerinin tür teşhisleri için örnekler mikroskop altında ayrılarak geçici preparatları yapılmıştır. Rotifera bireyleri bir lam üzerine alınıp üzerine bir damla Sodyum Hipoklorit damlatılarak trofi izolasyonu yapılmış ve organizmanın türü teşhis edilmiştir. Rotifera türlerinin teşhis ve sınıflandırılması için Ruttner- Kolisko (1974), Koste (1978), Herzig (1987), De Manuel Barrabin (2000), Segers (2008) ve Ustaoglu vd. (2012) den yararlanılmıştır. Çevresel parametreleri belirlemek için Su sıcaklığı, pH, Çözünmüş oksijen, İletkenlik gibi parametreler arazide örnekleme sırasında ölçülmüştür. PO_4^{3-} (Fosfat), NO_3^- -N (Nitrat Azotu), NO_2^- -N (Nitrit Azotu), SO_4^{2-} (Sülfat), Ca (Kalsiyum), Mg (Magnezyum), Cl (Klorür), Mn (Mangan), Cd (Kadmiyum), Cu (Bakır), As (Arsenik), Pb (Kurşun), Zn (Çinko), Fe (Demir) ve Klorofil-

a analizleri T.Ü Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır.

Rotifera türlerinin bolluğunu ve çeşitliliğini mevsim ve istasyonlara göre karşılaştırmak için Bray-Curtis Similarity index kullanılmıştır (Krebs, 1999)

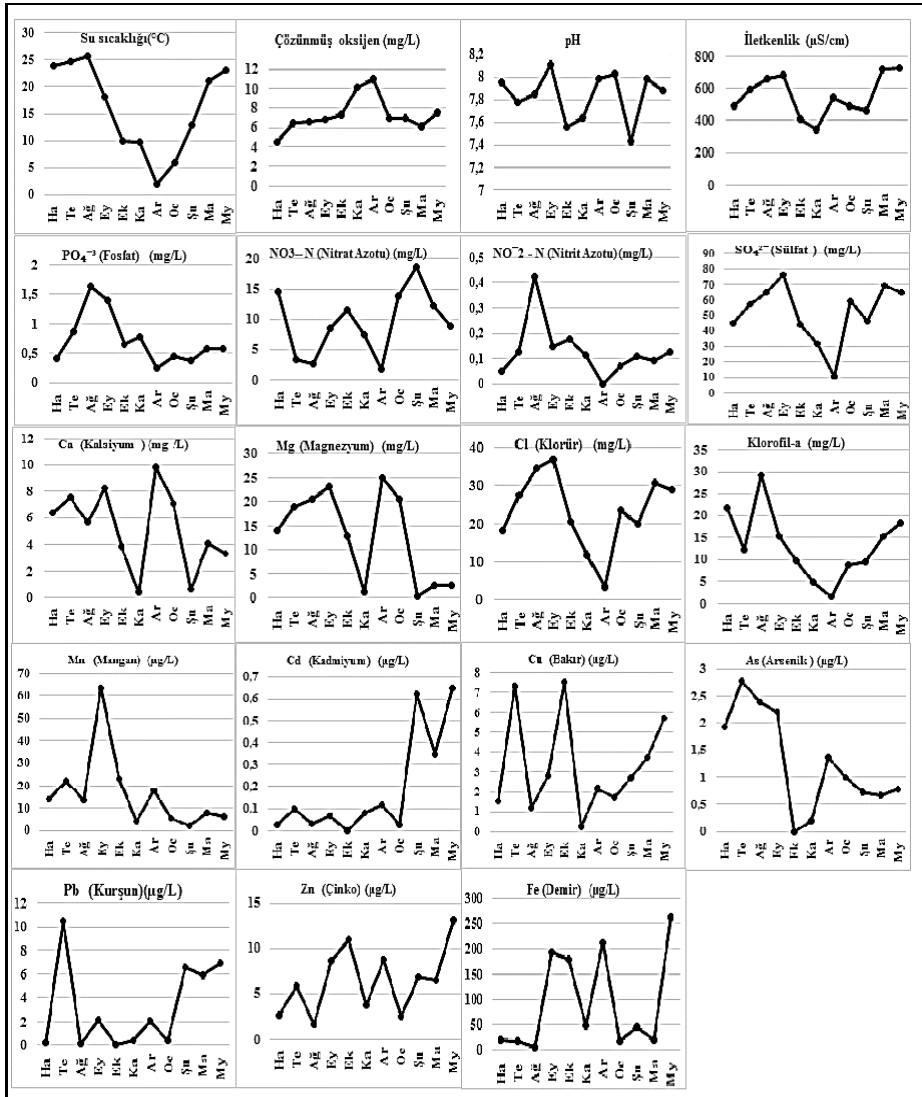
BULGULAR

Fizikokimyasal Bulgular

Tunca Nehri'nde ölçülen parametrelerin maksimum ve minimum değerleri ile ortalamaları Tablo 2 da verilirken bu değerlerin aylara göre değişimi de Şekil 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Tunca Nehri'nde ölçülen parametrelerin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

Parametreler	Birim	Maksimum	Minimum	Ortalama	St.Sp.
Su sıcaklığı	°C	25,750	2,000	16,000	7,92472
Çözülmüş oksijen (O ₂)	mg/L	10,992	4,505	7,280	1,73434
pH		8,112	7,430	7,840	0,20413
Elektrik iletkenliği (Eİ)	µS/cm	727,500	340,500	554,840	124,13099
Fosfat (PO ₄ ⁻³)	mg/L	1,630	0,252	0,720	0,41125
Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	mg/L	18,697	1,781	9,420	5,13965
Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	mg/L	0,422	0,000	0,130	0,10306
Sülfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	76,592	10,728	51,880	18,00952
Kalsiyum (Ca)	mg/L	9,791	0,427	5,200	2,88266
Magnezyum (Mg)	mg/L	24,858	0,276	12,880	9,08475
Klorür (Cl)	mg /L	36,955	3,231	23,240	9,50978
Klorofil-a	mg/L	29,302	1,551	13,340	7,48462
Mangan (Mn)	µg/L	63,522	1,827	16,300	16,42309
Kadmiyum (Cd)	µg/L	0,650	0,000	0,190	0,22974
Bakır (Cu)	µg/L	7,510	0,232	3,320	2,35323
Arsenik (As)	µg/L	2,765	0,000	1,410	0,82225
Kurşun (Pb)	µg/L	10,525	0,000	3,210	3,48704
Çinko (Zn)	µg/L	13,080	1,565	6,430	3,53482
Demir (Fe)	µg/L	261,897	5,47 0	92,580	92,60920



Şekil 2: Tunca Nehri'nde ölçülen parametrelerin aylara göre değişimi.

Rotifera'nın Tür Kompozisyonu

Tunca Nehri'nde aylık periyotlar halinde dört istasyondan toplanan Rotifera örneklerin incelenmesi sonucunda Rotifera'ya ait 20 tür tespit edilmiştir (Tablo 3). Tür çeşitliliği olarak da en fazla tür Mart (11 tür); ayında bulunurken bunu sırayla Şubat (10 tür), Haziran, Kasım ve Aralık (8 tür) ayları izlemektedir. En az tür çeşitliliğine sahip ay olarak Eylül ayı (2 tür) bulunmuştur.

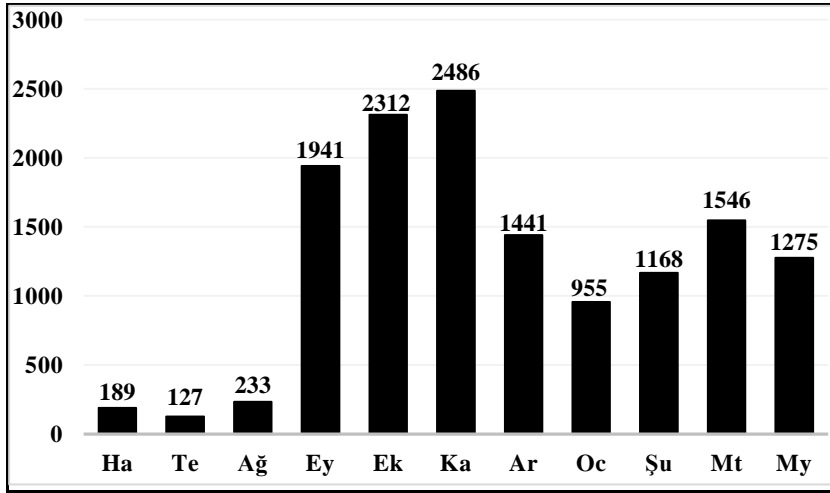
Alınan örneklerin kantitatif olarak değerlendirilmesinde Nehir suyunda yıllık ortalama 1243 birey/m³ Rotifera bireyi tespit edilmiştir. Bunun büyük bir bölümünü *Brachionus quadridentatus* % 36,2 (450 birey/m³), *Keratella quadrata* % 12,3 (152 birey/m³), *Asplanchna priodonta* % 11,9 (148 birey/m³), *Brachionus plicatilis* % 6,4 (80 birey/m³), *Keratella cochlearis* % 6,0 (74 birey/m³) türleri olmuştur. *Platylas quadricornis* % 0,1

(birey/m³), *Brachionus bidentatus* %0,2 (3 birey/m³), *Filinia longiseta* % 0,3 (4 birey/m³) *Brachionus urceolaris* % 0,5 (6 birey/m³) ve *Kellicottia longispina* % 0,5 (6 birey/m³) en az sayıda bulunan türler olmuştur (Tablo 3).

Tablo 3: Tunca Nehri'nde tespit edilen Rotifera türleri ve yıllık ortalama birey sayıları ile bulunma % leri (birey/m³).

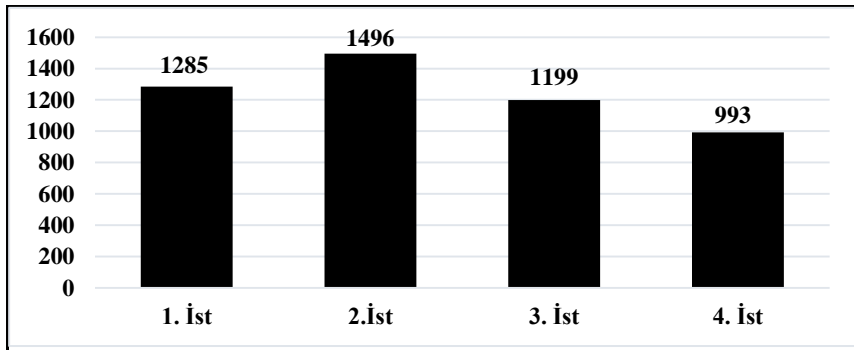
Filum: ROTIFERA	Yıllık birey sayısı (birey/m ³)	
	Ortalama	%
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	54	4,4
<i>Brachionus bidentatus</i> Anderson, 1889	3	0,2
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	40	3,2
<i>Brachionus budapestinensis</i> Daday, 1885	58	4,7
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	450	36,2
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	37	2,9
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	6	0,5
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	26	2,1
<i>Brachionus leydigii</i> Cohn, 1862	10	0,8
<i>Brachionus forficula</i> Wierzejski, 1891	6	0,5
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	80	6,4
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	152	12,3
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	74	6
<i>Keratella tecta</i> (Gosse, 1851)	26	2,1
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	21	1,7
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	6	0,5
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	1	0,1
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	149	11,9
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	4	0,3
<i>Lecane sp.</i>	41	3,2
Toplam	1243	100

Türlerin aylara göre bulunma sıklığına baktığımızda ise çalışma süresince tüm aylarda bulunan tür olmamakla birlikte *Brachionus quadridentatus* 10 ay; *Brachionus angularis* 8 ay; *Keratella quadrata* 8 ay; *Keratella cochlearis* 7 ay süreyle en yaygın olarak bulunan türler olmuştur. *Brachionus urceolaris* Ağustos ve Mart aylarında, *Kellicottia longispina* Ocak ve Mart aylarında, *Platyias quadricornis* Haziran ve Temmuz aylarında, *Filinia longiseta* Haziran ve Ocak aylarında olmak üzere 2 aylık periyotlarda bulunurken *Brachionus bidentatus* ve *Notholca squamula* sadece Şubat ayında; *Brachionus leydigi* ve *Brachionus forficula* ise sadece Mart ayında bulunan türlerdir. Aylara göre sayısal değerlere baktığımızda en fazla organizma Kasım (2486 birey/m³) ve Ekim (2312 birey/m³) aylarında en az da Temmuz (127 birey/m³) ayında bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3: Tunca Nehri'nde Rotifera bireylerinin aylara göre sayısal değişimi (birey/m³).

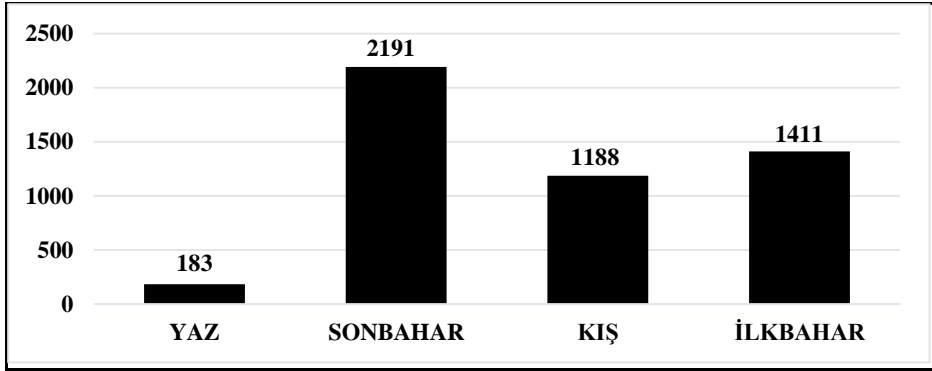
İstasyonlara göre dağılımına bakıldığında en fazla organizma 2. istasyonda (1496 birey/m³) bulunurken bunu sırayla 1. istasyon (1285 birey/m³), 3. istasyon (1199 birey/m³) ve 4. istasyon (993 birey/m³) izlemiştir (Şekil 4). Tür çeşitliliği olarakta en fazla tür 3. istasyonda (16 tür) bulunurken 1. ve 4. istasyonlarda 14 tür; 2.istasyonda ise 12 tür bulunmuştur. *Brachionus angularis*, *Brachionus budapentinensis*, *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus plicatilis*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta* en yaygın türler olarak tüm istasyonlarda bulunurken; *Brachionus bidentatus* sadece 3. istasyonda, *Brachionus leydi* ve *Brachionus forficula* sadece 1. istasyonda bulunmuştur. İstasyonların ortalamalarına göre en fazla sayısal yoğunluğa sahip tür olarak *Brachionus quadridentatus* (448 birey/m³) bulunurken, bunu sırayla *Keratella quadrata* (155 birey/m³); *Asplanchna priodonta* (152 birey/m³) türleri izlemektedir. En azda *Platytias quadricornis* (1 birey/m³), *Brachionus bidentatus* (3 birey/m³), *Filinia longiseta* (4 birey/m³) türleri bulunmuştur.



Şekil 4: Tunca Nehri'nde Rotifera bireylerinin istasyonlara göre sayısal değişimi (birey/m³).

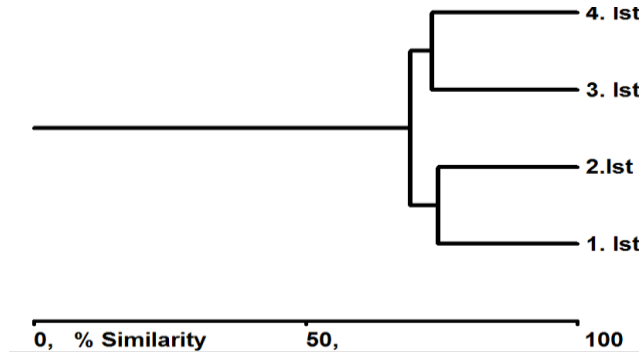
Rotifera grubunun mevsimsel dağılımına baktığımızda en fazla organizma sonbahar (2191 birey/m³) mevsiminde bulunurken bunu sırayla 1411 birey/m³ ile ilkbahar, 1188 birey/m³ ile kış ve 183 birey/m³ ile yaz mevsimi izlemektedir. Tür çeşitliliği olarakta en

fazla tür ilkbahar (15 tür) bulunurken en az türde (9 tür) yaz mevsiminde bulunmuştur. *Brachionus angularis*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis* ve *Asplanchna priodonta* tüm mevsimlerde bulunurken *Brachionus bidentatus*, *Keratella tecta*, *Notholca squamula* sadece kış, *Brachionus leydigi*, *Brachionus forficula* ilkbahar ve *Platylabus quadricornis* sadece yaz mevsimlerinde bulunan türler olmuştur. Mevsimsel ortalamalarına göre en fazla sayısal yoğunluğa sahip tür olarak *Brachionus quadridentatus* (434 birey/m³) bulunurken, bunu sırayla *Keratella quadrata* (171 birey/m³), *Asplanchna priodonta* (143 birey/m³) türleri izlemektedir. En azda *Platylabus quadricornis* (1 birey/m³) türü bulunmuştur (Şekil 5).

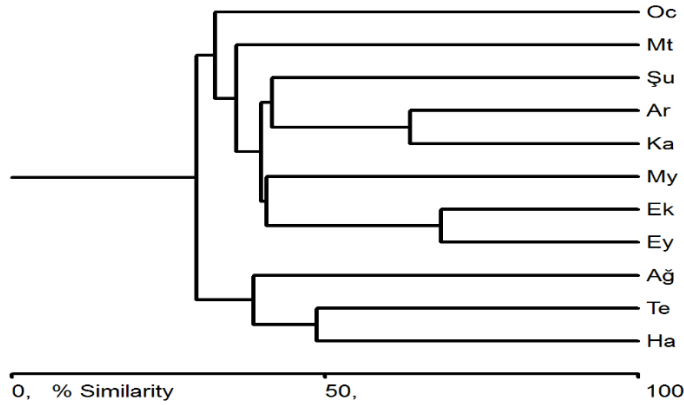


Şekil 5: Tunca Nehri'nde Rotifera bireylerinin mevsimlere göre sayısal değişimi (birey/m³).

Bary-Curtis indeksine göre istasyonlar birbirlerine çok benzemekle birlikte en yüksek benzerlik 3. ile 4. İstasyon (%74,821) ve 1. ile 2. İstasyon (%72,952) arasında bulunmuştur (Şekil 6). Ayları göre ise en yüksek benzerlik Eylül-Ekim (68,5943); Kasım-Aralık (63,6132); Temmuz-Haziran (48,7342) ayları arasında bulunurken en düşük benzerlik ise Ağustos – Ocak ayları arasında tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6 : Rotifera'nın istasyonlara göre Bary-Curtis benzerlik indeksi.



Şekil 7 : Rotifera'nın aylara göre Bary-Curtis benzerlik indeksi.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Tunca Nehri'nde yaşayan Rotifera türlerini ve bu türlerin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla Haziran 2014- Mayıs 2015 aylık periyotlarla dört istasyonda Rotifera örnekleri ile çevresel parametreleri belirlemek için alınan su örnekleri değerlendirilmiştir.

Rotifera örneklerinin kalitatif olarak değerlendirilmesi sonucunda Rotifera filumundan 4 familyaya ait 20 tür bulunmuştur. Erdoğan ve Güher (2012) Trakya Bölgesi Rotifera faunasını taksonomik yönden incelemişler ve Tunca Nehri'nde 14 Rotifera türü kaydı vermişlerdir. Bu türlerden *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus urceolaris*, *Brachionus leydigii*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis* türleri bu çalışmada da ortak bulunan türler olurken; *Euchlanis deflexa*, *Lecane luna*, *Proales fallaciosa*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Polyarthra remata*, *Filinia terminalis* türleri bu çalışmada bulunamamıştır. Buna ilaveten *Brachionus bidentatus*, *Brachionus diversicornis*, *Brachionus falcutus*, *Brachionus forficula*, *Brachionus plicatilis*, *Keratella tecta*, *Notholca squamula*, *Kellicottia longispina*, *Platyias quadricornis*, *Filinia longiseta*, *Asplanchna priodonta* türleri Tunca Nehri'nde ilk defa bu çalışmada tespit edilmiştir. Erdoğan ve Güher (2012) yaptıkları araştırmalar tamamen taksonomiye yönelik araştırmalardır. Bu araştırmacılar su birikintileri de dahil her türlü akuatik ortamlarda materyal toplamışlardır. Muhtemelen Tunca Nehri'nin kenar kısımlarında yer alan geçici su birikintilerinde de örnekleme yapmışlardır. Bu nedenle bazı türlerin bu araştırmada bulunamama nedeni örneklerin toplanmasındaki yöntem farklılığıdır.

Tunca Nehri'nde en yaygın türler olarak *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus angularis*, *Brachionus budapentinensis*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta* ve *Brachionus plicatilis* tesbit edilmiştir. Güher (2016) Meriç nehrinde yaptığı çalışmada *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, Bozkurt vd. (2002) Asi nehrinde yaptıkları çalışmada *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus angularis*, *Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *amphiceros* ve *Brachionus plicatilis*, Saler ve Aliş (2016) Tohma deresinde yaptığı çalışmada *K. cochlearis*, Bozkurt ve Akın (2012) Yeşil ırmakta yaptıkları çalışmada, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *Asplanchna priodonta* türünü en yaygın türler olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmada da bulunan bu türler

Türkiye’de yapılan akarsu çalışmalarında da tespit edilen ve genel olarak kozmopolit türlerdir. (Koste, 1978; Ustaoglu vd., 1996; Erdogan ve Güher 2012;)

İstasyonlara göre dağılımına bakıldığında en fazla organizma 2. istasyonda (1496 birey/m³) en azda 4. istasyonda (993 birey/m³) bulunmuştur. İstasyonlar arasındaki değerler birbirlerine yakın olmakla birlikte 2. istasyon Tunca Nehri’nin yatağının genişlediği, çevresinde çeltik tarımının yapıldığı, yakın çevresinde bulunan Gölbaba Gölü’nde gelen suların buraya akması nedeniyle bu bölgede zooplankton miktarındaki artış beklenen bir durumdur.

Mevsimsel dağılımına baktığımızda en fazla organizma sonbahar (2191 birey/m³) mevsiminde bulunurken en azda yaz mevsiminde (183 birey/m³) bulunmuştur. Genel olarak tatlı su habitatlarında ilkbaharda havaların ısınmaya başlaması ve artan besin tuzlarıyla birlikte öncelikle fitoplanktonik organizmalarda bir artış meydana gelir. Bu artışa bağlı olarak da fitoplanktonları besin olarak kullanan zooplanktonik organizmaların sayısında da bir artış görülür. Yapılan birçok araştırmada ilkbaharda Rotifera popülasyonunda bir artış tespit edilmiştir. Tunca Nehri’nde ise ilkbahar ikinci sırada yer almaktadır. Bunun nedeni 2015 yılında Ekim, Kasım aylarında Tunca Nehri’nde aşırı yağışlar nedeniyle nehir havzasında meydana gelen taşkınlardır. Bu taşkınlar nehir çevresinde yer alan tarımsal alanlardaki su birikintilerinin ve özellikle Gölbaba Gölü ile birleşmesi sonucu durgun sularda yer alan Rotifera bireylerinin nehir suyuna karışmasından kaynaklanmaktadır. Ancak akarsu habitatları sürekli bir değişim içerisinde. Sonbahar mevsiminde taşkınlar olurken yaz mevsiminde nehirle birleşen tüm akarsuların kuruması ve nehirdeki su miktarının azalması nedeniyle organizma sayısındaki düşüş beklenen bir durumdur.

Rotifera buldukları ortamda meydana gelen su kalitesi değişimlerini en iyi yansıtan indikatör organizmalardır. Ötrofikasyonun artmasına bağlı olarak ortamda taksonların bolluklarında artış meydana gelir (Gannon ve Stremberger, 1978). Rotifera’dan *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis cochlearis*, Oligosaprobi (çok az kirlenmiş (verimli) sular) indikatörü, *Filinia longiseta* Beta mesosaprobi (orta derecede kirlenmiş (verimli) sular), *Brachionus angularis*, *B.calyciflorus* Alfa-Beta mesosaprobi (kritik kirlenmiş (verimli) sular) suların indikatörüdür. Ayrıca *Brachionus angularis*, *B.calyciflorus*, *B.leydigii rotundus*, *B.plicatilis*, *Keratella quadrata*, *K.cochlearis tecta*, *Filinia longiseta* ve *F.terminalis* ötrofikasyon indikatörüdür (Ruttner-Kolisko, 1974; Koste, 1978; De Manuel Barrabin, 2000; Koste ve Terlutter, 2001; Bekleyen ve Taş, 2008; Kehayias vd., 2008). Tunca nehrinde de ötrofik göllerin tipik indikatörü olan *Brachionus angularis* % 4,4; *Brachionus calyciflorus* % 3,2; *Brachionus leydigii* % 0,8; *Brachionus plicatilis* % 6,4; *Keratella cochlearis* % 6; *Keratella quadrata* % 12,3; *Asplanchna priodonta* % 11,9; *Filinia longiseta* % 0,3 türleri bulunmuştur. Ancak akarsular göllere göre çok daha dinamik yapılardır. Bu nedenle de sadece bu türlere bakarak bir akarsuyun trofik düzeyine göre sınıflandırılması oldukça zordur.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine (Anonim, 2016) göre fizikokimyasal parametreler açısından değerlendirildiğinde Tunca nehrinde ölçülen çevresel parametrelerden Su sıcaklığı açısından I. sınıf; PO₄⁻³(Fosfat) açısından III ile IV sınıf su özelliğindedir. Nehirdeki bu fosfat artışının genel olarak çevresinde bulunan tarımsal alanlardan kaynaklandığı düşünülürken; ölçülen diğer parametreler açısından ise I. ve II. Sınıf su sınıfına girmektedir. Elde edilen bu sonuçlar daha önce bu sahada yapılan çalışmalarda (Sakcali vd., 2009; Altınoluk vd., 2014; Öterler vd., 2014) elde edilen verilerle paralellik göstermektedir.

Rotifera'nın yaşam döngüleri çevresel parametrelerle direkt ya da dolaylı olarak ilişkilidir (Sharma vd., 2010). Egemen ve Sunlu (1999) tatlı su ekosistemlerinde sucul yaşamın sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için minimum çözülmüş oksijen değerinin 5,0 mg L⁻¹'den düşük olamayacağını bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen ortalama çözülmüş oksijen değeri 7,28 mg/L olarak tespit edilmiş ve oksijen değerleri açısından gerekli şartları sağlamıştır.

Biyolojik süreçlerin ve biyokimyasal reaksiyonların çoğunun pH'ya bağlı olmasından ötürü pH zooplankton dağılımını etkileyen faktörlerden biridir ve yoğunluk bakımından alkali sınırın 8,5 olduğu bildirilmiştir (Berzins ve Pejler, 1987). EPA (1979) tatlı sularda optimum pH değeri 6,5-9,0 arasında bildirilmiştir. Çalışma esnasında pH değeri 7,43-8,11 arasında ölçülmüştür. Buda Rotifera'nın yaşam alanı için uygun alkalın özellik göstermiştir. Bozkurt ve Sagat (2008) su canlıları için optimum elektriksel iletkenlik değerini 250-500 µmhos/cm olarak bildirmiştir. Çalışmamızda Elektrik iletkenliği 727,5 - 340,5 µS/cm; olarak tespit edilmiş ve su canlıları için literatür bilgilerine göre de uygun aralıkta bulunmuştur.

İnorganik azot ve azot bileşikleri sularda farklı formlarda bulunur ve varlığı özellikle zooplanktonun besini olan alg büyümesini etkileyen önemli besin tuzlarındadır. Nitrat azotunun 1-10 mg/L arasında olması fitoplankton gelişimi için yeterlidir. 46 mg/L aşması durumunda canlıları olumsuz yönden etkilerken Nitrit azotunun 1 mg/L üzerine çıkması sucul ekosistemde kirliliğin başlangıcını göstermektedir. Tunca Nehri'nde Nitrat azotu 18,697 – 1,781 mg/L ölçülürken aylık ortalama olarak 9,42 mg/L bulunmuştur. Nitrit azotu ise en yüksek 0,422 mg/L ölçülürken Aralık ayında ölçüm değerlerinin altında, aylık ortalama olarak 0,13 mg/L ölçülmüştür. Çalışmamızda elde edilen değerler literatürlerde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında akuatik yaşam için uydun değerler olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak bu kapsamda bir çalışma yapılmamış olan Tunca Nehri'ndeki Rotifera türleri hem kalitatif hem de kantitatif açıdan değerlendirilmiştir. Kalitatif değerlendirme sonucunda Tunca Nehri'nde 20 tür ve kantitatif değerlendirmesi sonucunda da yıllık ortalama 1243 birey/m³ Rotifera bulunmuştur. Araştırmada tespit edilen zooplankton türlerinin kozmopolit oluşları ve tür çeşitliliğinin çok yüksek olmayışı, sınır aşan önemli akarsularımızdan olan Tunca Nehri'nin özellikle Fosfat değerleri açısından kirlilikle karşı karşıya olabileceğinin bir göstergesidir. Zaman içinde çevresel etkilerin artmasıyla Rotifera kompozisyonunda değişiklikler meydana gelebileceğinden, ilk defa tür seviyesi ve bollukları ile ilgili elde edilen mevcut verilerin ileride yapılacak izleme çalışmaları için önemli bir kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir. Özellikle de sınır aşan bir nehir olması nedeniyle bundan sonrada Tunca Nehri'nde bu tip kapsamlı limnolojik çalışmaların yapılarak Nehir suyunun fizikokimyasal ve biyolojik özellikleriyle ilgili veriler elde edilmesi ve Nehrin izleme çalışmalarının devam etmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, N. & Yıldız, K. (2005). The Rotifera fauna of Euphrates River Basin (Turkey). *Hacettepe Journal Biology and Chemistry*, 34, 93-105.
- Altındağ, A., Buyurgan, Ö., Kaya, M., Özdemir, E. & Dirican, S. (2009). A survey on some physico-chemical parameters and zooplankton structure in Karaman Stream, Antalya, Turkey. *J Anim Vet Adv.* 8(9),1710-1716.
- Altındağ, A. & Sözen, M. (1996). Seyfe (Kırşehir) Gölü rotifera faunasının taksonomik yönden incelenmesi, *Tr. J. of Zoology*, 20,221-230.

- Altınoluk, P., Çamur-Elipek, B. & Aydoğdu, H. (2014). Vertical dynamics of some indicator microorganisms in Tunca river at Turkish Thrace, *Macedonian Journal of Ecology and Environment*. Vol. 16, issue 1-2, pp. 5-9.
- Anonim. (2016). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Yayınlandığı Resmi Gazete 16 Ağustos 2016 Çarşamba, Sayı: 29779.
- Baysal, N. & Saler S. (2014). Zooplankton of Çalgan Stream (Elazığ). *Firat Univ. J Sci* 26 (1), 1-7.
- Bekleyen A. & Taş B. (2008). Çernek Gölü'nün (Samsun) zooplankton faunası, *Ekoloji*, 17(67), 24-30.
- Berzins, B. & Pejler, B. (1987). Rotifer occurrence in relation to pH, *Hydrobiologia*, 147, 107-116.
- Bozkurt, A. (2004). Akdeniz Bölgesi'ndeki Bazı Akarsuların Zooplankton (Rotifer, Cladocer ve Copepod) Faunası Üzerine İlk Gözlemler, *Aquademi.net*, 65-70.
- Bozkurt, A. & Sagat, Y. (2008). Birecik Baraj Gölü zooplanktonunun vertikal dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3), 332-342.
- Bozkurt, A., Göksu, M.Z.L., Sarihan, E. & Taşdemir, M. (2002). Asi Nehri rotifer faunası (Hatay, Türkiye). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 63-67.
- Bozkurt, A. & Akın, Ş. (2012). Zooplankton fauna of Yeşilirmak (between Tokat and Blacksea), Hasan Uğurlu and Suat Uğurlu Dam Lakes. *Turk J Fish Aquat Sc.*, 12(4),777-786. doi: 10.4194/1303-2712-v12_4_06
- Bulut, H. & Saler, S. (2014). Zooplankton variation of Murat River (Elazığ-within the borders Palu district). *Turk J. Agric-Food Sci Tech.*, 2(1), 13-17.
- Davies, O.A., Tawari, C.C. & Abowei, J.F.N. (2009). Zooplankton of Elechi Creek, Niger Delta Nigeria. *Environ. Ecol.*, 26(4c), 2441-2346.
- De Manuel Barrabın, J. (2000). The Rotifers of Spanish Reservoirs: Ecological, Systematical and Zoogeographical Remarks, *Limnetica*, 19, 91-167.
- Dorak, Z. (2012). Eski Riva ve Bıçkı Dereleri'nin zooplankton faunası (İstanbul-Türkiye), *İÜ Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Dergisi*, 27, 27-52.
- Dorak, Z. (2013). Zooplankton abundance in the lower Sakarya River Basin (Turkey): Impact of environmental variables", *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environmental*, 19, 1-22.
- Egemen, O. & Sunlu, U. (1999). Su Kalitesi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, 3. Baskı, Bornova, İzmir, pp:153.
- EPA, (1979). A Review of the Epa Red Book Quality Criteria For Water. *Environmental Protection Agency*, USA. 311.
- Erdoğan, S. & Güher, H. (2012). The rotifera fauna of Turkish Thrace (Edirne, Tekirdağ, Kırklareli), *Journal of FisheriesSciences.com.*, 6(2), 132-149.
- Gannon, J.E. & Stemberger, R.S. (1978). Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of Water Quality, *Transactions of the American Microscopical Society*, 97(1), 16-35.
- Güher, H. (2014). A Checklist For Zooplankton (Rotifera, Copepoda, Cladocera) of European Turkey Inland Waters, *Ege J Fish Aqua Sci* 31, Issue 4.
- Güher, H. (2016). Abundance and Diversity of zooplankton in the Meriç River (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin* 25(11). 4598-4606.
- Herzig, A. (1987). The analysis of planktonic rotifer populations: A plea for long-term investigations, *Hydrobiologia*, 147, 163-180.
- İpek, N. & Saler, S. (2008). Seli Çayı (Elazığ- Türkiye) rotifer faunası ve bazı biyoçeşitlilik indeksleri ile analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(3), 211-215.
- İpek, N. & Saler, S. (2012). Görgüşan Çayı ve Geban Deresi (Elazığ- Türkiye) zooplanktonu. *Journal of Fisheriesciences.com*, 6(2), 155-163.
- Jackson, D.C. & Schmitz, E.H. (1987). Zooplankton abundance in vegetated and non vegetated areas: Implications for fisheries management. *Proce. of South. Assoc. of Fish Wildlife Agen.*, 41, 214-220.

- Kehayias, G., Chalkia, E., Chalkia S., Nistikakis, G., Zacharias I. & Zotos A. (2008). Zooplankton dynamics in the upstream part of Stratos reservoir (Greece), *Biologia* 63(5), 699-710.
- Koste, W. (1978). Die Radertiere Mitteleuropas I.Tafelband, Berlin, Studgart, 670.
- Koste, W. & Terlutter, H. (2001). Die rotatorienfauna einiger Gewässer des Naturschutzgebietes "Heiliges Meer" im Kreis Steinfurt, Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen Band 27, 113-117.
- Krebs, C.J. (1999). Ecological Methodology. – Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California. 620 pp.
- Okogwu, I.O. (2010). Seasonal variations of species composition and abundance of zooplankton in eboma lake, a Floodplain Lake in Nigeria. *Rev. Biol. Trop.*, 58(1), 171-182.
- Öterler, B., Kırgız, T. & Albay, M. (2014). Seasonal Variations of Water Quality Parameters and Algal Flora of Tundzha (Tunca) River (Edirne, Turkey). *Open Journal of Ecology*, 4, 807-819, <http://dx.doi.org/10.4236/oje.2014.413069>.
- Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Espindola, E.L.G., Roche, K.F. & Rietzler, A.C. (1999). Ecological theory applied to reservoir zooplankton. p. 29-51. In: Theoretical Reservoir Ecology and its Applications (Eds. J.G. Tundisi, and M. Straskraba), International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences. Backhuys Publishers, Leiden, Holland.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers Biology and Taxonomy, Stuttgart: Biological Station Lunz of the Austrian Academy of Science.
- Sakcali, M.S., Yilmaz, R., Gücel, S., Yarci, C. & Öztürk, M. (2009). Water pollution studies in the rivers of the Edirne Region–Turkey, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 12(3),313–319, DOI:10.1080/14634980903133757.
- Saksena, N.D. (1987). Rotifer as indicators of water quality, *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 15, 481-485.
- Saler, S., Bulut, H., Birici, N., Tepe, R. & Alpaslan, K. (2015). Karasu Nehri (Erzincan)'nin zooplanktonu. *Eğirdir Su Ürün Fak Derg.*, 11(1),10-16.
- Saler, S. (2011). Zooplankton of Munzur River (Tunceli-Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (2), 192-194.
- Saler, S. & Aliş, İ.N. (2016). Zooplankton composition of Tohma Stream (Malatya - Turkey). *Journal Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2 (1), 30-35.
- Segers, H. (2008). Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater, *Hydrobiologia*, 595, 49-59.
- Sharma, S., Siddique, A., Singh, K., Chouhan, M., Vyas, A., Solnki, C.M., Sharma, D., Nair, S. & Sengupta, T. (2010). Population dynamics and seasonal abundance of zooplankton community in Narmada River (India), *Researcher* 2(9), 1-9.
- Ustaoglu, M.R., Altındağ, A., Kaya, M., Akbulut, N., Bozkurt, A., Özdemir Mis, D., Atasagun, S., Erdoğan, S., Bekleyen, A., Saler, S. & Okgerman, H.C. (2012). A check list of Turkish Rotifers. *Turkish Journal of Zoology*, 36(1), 607-622.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Aygen, C. & Özdemir, D., (1996). Gümüldür Deresi'nin (İzmir) rotifer faunası. *E.Ü. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Dergisi*, 13(1-2), 163-169.
- Ustaoglu, R.M. (2004). Türkiye içsuları zooplankton kontrol listesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4), 191-199.

İskenderun Körfezi Balıkçı Gemilerinin Yakıt (ÖTV'siz) ve Avcılık Miktarlarının Diğer Balıkçı Gemileri İle Karşılaştırılması

Erhan ÇİLOĞLU

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Turgut Kıran Denizcilik Fakültesi, Rize.

Geliş : 25.12.2017

Kabul : 01.03.2018

Araştırma Makalesi / Research Paper

Sorumlu Yazar: erhan.ciloglu@erdogan.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

DOI: [10.22392/egirdir.370687](https://doi.org/10.22392/egirdir.370687)

Özet

Bu çalışma, Balıkçı gemilerinin 2007-2016 yılları arasındaki sayısı, özel tüketim vergisiz(ÖTV'siz) akaryakıt sarfiyatı ve karaya çıkarılan toplam avcılık miktarı ile Türkiye ve İskenderun Körfezi arasındaki karşılaştırmayı kapsamaktadır. Çalışma süresi olan 10 yıllık dönemde İskenderun Körfezi limanlarına kayıtlı toplam 7325 aktif balıkçı gemisi ile 58.328 ton yakıt karşılık 76.513,9 ton deniz ürünü avlanmıştır. 10 yıllık veri setlerinden, İskenderun Körfezi balıkçı gemilerine sağlanan yakıt sübvansiyon miktarı 74.059.000 ₺ olarak hesaplanmıştır. Türkiye genelinde, yine on yıllık zaman periyodunda limanlara kayıtlı toplam 154.124 adet balıkçı gemisi ile 4.091.497 ton deniz ürünü avlanmış ve 841.114 ton yakıt sarfedilmiştir. Çalışma dönemi boyunca balıkçı gemilerine yapılan yakıt sübvansiyon miktarı 1.320.910.856 ₺ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Balıkçılık, karaya çıkarılan balık miktarı, ötv'siz yakıt teşviki, İskenderun Körfezi.

Fuel Consumption (special consumption tax-free) and Fishery Quantity of Iskenderun-Registered Fishing Vessels and the Comparison to the All Other Fishing Vessels

Abstract

This study covers the comparison of Turkey and Iskenderun Bay with regard to the number of fishing vessels, fuel subvention with special consumption tax-free and total amount of caught sea fish between 2007 and 2016. During ten-years period of this study, a total of 7325 fishing vessel registered to Iskenderun bay ports provided 76.513,9 tons of fishery yield with spending 58.328 metric tons of fuel. The amount of fuel subvention to fishing vessels in this period was calculated as 74.059.000 ₺. In the same ten years of time period in Turkey as a whole, a total of 154.124 fishing vessels registered to Turkey ports provided 4.091.497 tons of fishery production with spending 841.114 tons of fuel. The amount of fuel subvention to fishing vessels in this period was 1.320.910.856 ₺.

Keywords: Fishery, landings, fuel subvention, Iskenderun Bay.

GİRİŞ

Dünyanın %70'inden fazlasını kaplayan sularda yaşayan pek çok canlı, insanların temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla sömürülmektedir. Bu canlılar başta avcılık olmak üzere değişik yöntemlerle elde edilmektedir. Su ürünleri avlama yöntemlerinin, av sahalarının durumu ve balıkçılık mesleğinin yapısı nedeniyle satın alınan en modern cihazlara ve inşa edilen büyük teknelere rağmen balıkçılığımız nicelik ve nitelik açısından istenilen düzeye gelememiştir. Biyolojik, fiziksel, kimyasal ve ekolojik açıdan farklı karaktere sahip dört farklı deniz ile çevrili olan ülkemiz, su kaynakları ve su ürünleri potansiyeli bakımından şanslı olan ülkeler arasındadır. Ancak son yıllarda su ürünleri stokları bir dizi faktörden (kirlilik, aşırı avcılık, sintine sularıyla gelen egzotik canlılar) fazlaca etkilenmeye başlamıştır (Çoker ve Akyol, 2014).

Süveyş Kanalı'nın açılmasından günümüze kadar geçen sürede lesepsiyeen göç artan bir ivme ile devam etmekte ve bu göçü engellemek mümkün gözükmemektedir. Türkiye denizlerinde kaydı verilen Hint-Pasifik kökenli balık türlerinin güncellenen 2013 listesine göre Türkiye ihtiyofaunasına katılmış 59 Hint-Pasifik kökenli balık türü tespit edilmiştir (Ergüden vd., 2013) Gerek Akdeniz gerekse İskenderun Körfezi üzerine farklı türde çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Akdeniz'de ve İskenderun körfezinde "derin deniz trol balıkçılığı" (Demirci, 2006), popülasyon parametreleri (Çiçek vd., 2012), küçük balıkçılarının kullandığı çeşitli av araçları ve genel itibariyle Akdeniz bölgesi balıkçılık sorunları üzerinedir (Şahinler vd., 2005).

Akdeniz ülkeleri ve komşu ülkeler ile kıyaslandığında balıkçı filomuz güç, sayı, teknoloji ve av araçları bakımından üst sıralarda yer almaktadır (BSGM 2017; Eurostat, 2017). Balıkçı filosunun eriştiği kapasite, kaynaklarımızda avlanabilecek balık miktarı için gerekli olandan üç kat fazladır (Anonim, 2013). Türkiye'nin Akdeniz balıkçılığında diğer bölgelerde olduğu gibi karaya çıkarılan toplam balık ve kabuklu ürün miktarlarında dalgalanmalar görülmektedir (BSGM, 2017).

Dünya su ürünleri üretiminin %72'si 20 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir (BSGM, 2017). Artan filo kapasitesi ile aşırı sömürülen kaynakların tükenme noktasına gelmesi, balıkçılık filosunun ekonomik olarak işletilememesine ve bundan kaynaklanan zararların büyük oranlara çıkmasına neden olmuştur. Dünya Bankasınca yapılan bir çalışmada, ekonomik kayıpların yılda 50 milyar \$ dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Son otuz yıl içerisinde giderek biriken bu kayıp, 2 trilyon \$ civarındadır. Ülkemizde, devlet yardımı ve teşvikini yeterince alamayan balıkçılık sektöründe oluşan kayıt dışı ekonomi balıkçılık sektörünün milli gelir içerisindeki gerçek payını gizlemektedir (Kotan, 2015).

Aşırı yakıt kullanımı hem çevresel etkileri hem de balıkçılara yakıt maliyeti nedeniyle balıkçılık sektöründe oldukça büyük masraf kaynağıdır. Düşük avlanma oranı ile artan yakıt tüketimi arasındaki korelasyon oldukça güçlü olduğundan artan yakıt tüketimi, aşırı balık avının bir göstergesi olarak kullanılabilir (Suuronen vd., 2012).

Dünyanın pek çok ülkesinde balıkçılığın geliştirilmesi amacı ile giderler içinde önemli yer tutan akaryakıt fiyatlarına çeşitli destekler uygulanmaktadır (Yılmaz, 2015). Balıkçılık yapan ülkeler tarafından balıkçılık sektörüne yapılan yakıt sübvansiyonlarının miktarı küresel olarak yılda 4,2-8,5 milyar \$ olarak tahmin edilmektedir (Sumaila vd., 2008). Kuzey Avrupa'da Morina balıkçılığındaki dalgalanmalar ve avcılık miktarlarının düşmeye başlaması ile balıkçıların, banka kredilerini ödeyememeleri sorunu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, balıkçılık desteklemeleri 1933 yılında Avrupa'da ilk kez Norveç'te başlamıştır (Anonim, 2017a).

Ülkemizde 1 Ocak 2004 yılından itibaren balıkçı gemilerine özel tüketim vergisiz yakıt kullanılması imkânı tanınmıştır. Bunun yanında; yasadışı ve kayıt dışı balıkçı gemilerinin indirimli yakıttan mahrum bırakılmasına yönelik caydırıcı uygulama ise bulunmamaktadır.

Teşvikler ile yakıt maliyetinde meydana gelen düşüş, av çabasında önemli bir artışa sebep olabilmektedir. Ancak, Türkiye balıkçılığı ele alındığında, harcanan birim enerjiye karşılık avlanan ürün miktarında artış olmadığı görülmektedir (Yılmaz, 2015).

Bu çalışmada, Türkiye geneli ve İskenderun Körfezi (Adana-Hatay) balıkçılarına sağlanan teşvikler ve bunun karşısında elde edilen ürün ve kullanılan yakıt miktarları irdelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

İskenderun Körfezi (Şekil 1.) limanlarına kayıtlı balıkçı gemileri ile Türkiye genelinde aktif balıkçılık faaliyetinde bulunan balıkçı gemilerinin; teşvik, avcılık ve kullandıkları yakıt miktarları ele alınmıştır.

2007-2016 dönemine ait, balıkçı gemileri dâhil olmak üzere tüm deniz araçlarına sağlanan özel tüketim vergisi sıfırlanmış (ÖTV'siz) yakıt ve teşvik miktarları, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü'nden, bu bilimsel amaçlı çalışmada kullanılmak koşuluyla temin edilmiştir (Tablo 1-3). İskenderun Körfezi aktif balıkçı gemi sayıları; Botaş, Karataş ve İskenderun Liman Başkanlıkları ile Tarım Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Temin edilen deniz yakıtı istatistiklerinin hacim-ağırlık dönüşüm için, $D=M/V$ [D: Özgül kütle (kg/m^3), M: Ağırlık (kg), V: Hacim (m^3)] eşitliğinden faydalanılmıştır. Balıkçı gemilerine uygulanan Teşvik miktarı (₺) = ÖTV'siz yakıt miktarı (Litre) x ÖTV tutarı (₺) (Anonim, 2017b) şeklinde hesaplanmıştır (Tablo 3, Şekil 2). İskenderun Limanlarına kayıtlı balıkçı gemilerinin yıllık avcılık miktarı = Akdeniz balıkçılığında gemi başına düşen avcılık miktarı (ton) x İskenderun Körfezi aktif balıkçı gemi sayısı şeklinde hesaplanmıştır. Elde edilen ürünlerin maddi değerlerinin hesaplanmasında, su ürünleri istatistiklerinin üretim miktar ve değerlerine ait verilerden oranlanarak hesaplanmıştır (BSGM, 2017). Çalışma süresince, yakıt-teşvik miktarları ve Türkiye'nin tüm deniz bölgelerinden elde edilen ürün miktarları ile İskenderun Körfezi limanlarına kayıtlı balıkçı gemilerinin yıllar bazında avcılık miktarları karşılaştırılmıştır (Şekil 2, 3 ve Tablo 4).



Şekil 1. Akdeniz ve İskenderun Körfezi

BULGULAR

Çalışma dönemi boyunca, çeşitli deniz araçlarına verilen deniz yakıtı miktarları ve teşvikler Tablo 1 ve Tablo 2 de verilmektedir. Tablolarda da görüldüğü üzere, her geçen yıl sarfedilen yakıt miktarlarında ve buna paralel olarak elde edilen teşvik miktarlarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Tüm deniz araçları içinde en fazla sarfiyat ve buna bağlı olarak en fazla teşvik, yolcu gemileri ve feribotlar'a verilmiştir. Sarfedilen yakıt ve elde edilen teşvik miktarlarında 2. sırayı balıkçı gemileri ve 3. sırayı ise tanker'ler almıştır. Dünya deniz taşımacılığı 2008 yılında 8.61 milyar ton ve toplam taşımacılık içindeki payı %79 iken, 2016 yılında 11.10 milyar ton ve toplam taşımacılık içindeki payı

%84 olarak gerçekleşmiştir(DTO, 2017). Dolayısıyla denizyolu taşımacılığının çeşitli alanlarında ÖTV'siz yakıt kullanımının da buna paralel olarak artmış olması olağandır.

Söz konusu 10 yıllık dönemde, tüm denizlerimizden avcılık yoluyla elde edilen ve İskenderun Körfezi limanlarına kayıtlı balıkçı gemilerinin avladığı deniz ürünleri miktarları Tablo 3. ve Tablo 4'te verildiği gibi gerçekleşmiştir. 2012 yılında, Stokların korunması amacıyla 2012 yılında başlatılan uygulama ile balıkçı gemilerinin sayısının azaltılması ve av baskısının düşürülmesi” uygulamasına rağmen, yakıt miktarı ve buna bağlı olarak teşvik yıldan yıla artış göstermiştir (Tablo 2) (GTHB, 2012). Ancak, yakıt sarfiyatı ve teşviklerdeki artışa rağmen avlanan ürün miktarlarında sürekli düşüş kaydedilmiştir (Tablo 4).

Tablo 1. Gemi tipine göre özel tüketim vergisi sıfırlanmış yakıt tüketimi (ton) (2007-2016).

Gemi Tipi	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Toplam yakıt miktarı (Ton)
Balıkçı gemisi	81.829	79.095	86.893	88.129	89.027	91.776	78.677	75.648	79.588	90.452	841.114
Römorkör ve Servis gemisi	19.545	21.268	21.184	21.973	28.917	39.911	36.066	33.826	36.738	38.481	297.849
Ticari yat	6.966	6.207	5.341	6.442	9.974	12.058	12.856	12.506	12.991	10.114	95.455
Yolcu gemisi ve Feribot	135.369	133.995	127.366	129.230	138.087	137.343	141.568	140.938	145.791	149.152	1.378.839
Tanker	36.058	40.644	43.503	46.382	46.874	49.675	48.652	40.647	51.297	50.195	453.923
Dökme ve Kuru yük gemisi	21.854	25.072	26.361	28.596	32.523	33.971	35.788	35.295	36.433	41.511	317.404
Toplam	301.621	306.282	310.648	320.751	345.402	364.734	353.606	338.860	362.838	379.904	3.384.584

Tablo 2. Gemi tipine göre teşvik miktarları (₺) (2007-2016).

Gemi Tipi	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Toplam teşvik miktarı (₺) (10 yıllık)
	Teşvik miktarları (₺)										
Balıkçı gemisi	82.908.757	87.061.742	105.367.782	128.751.622	137.043.503	155.935.009	148.310.967	142.700.286	150.181.696	182.649.492	1.320.910.856
Romorkör&Servis gemisi	19.671.717	23.407.240	25.371.005	32.122.177	44.518.922	65.261.179	68.046.881	63.827.790	69.095.973	75.294.500	486.617.384
Ticari yat	6.901.973	6.862.210	6.495.023	9.481.135	15.396.001	19.176.906	24.259.210	23.598.002	24.512.911	19.608.342	156.291.713
Yolcu gemisi Feribot	130.773.444	143.125.968	151.080.558	188.186.588	211.949.507	223.725.002	267.110.460	265.942.471	275.105.537	292.115.517	2.149.115.052
Tanker	20.656.402	24.332.019	26.681.860	32.646.437	33.351.944	41.421.601	46.383.862	40.370.079	48.619.760	49.572.014	364.035.978
Dökme yük&Kuru yük gemisi	20.097.654	23.851.494	27.477.745	35.141.718	42.049.302	49.264.903	58.426.290	55.617.990	54.966.750	64.079.956	430.973.802
Toplam	281.009.9877	308.640.674	342.473.973	426.329.678	484.309.180	554.784.600	612.537.670	592.056.617	622.482.626	683.319.821	4.907.944.785

Yıllar itibarı ile İskenderun Körfezi limanlarına kayıtlı balıkçı gemilerinin elde ettiği teşvik miktarları, elde edilen avcılık (üretim) ve harcanan yakıt miktarları Tablo 3. ve Şekil 2.'de verildiği gibi gerçekleşmiştir.

Tablo 3. İskenderun Körfezi balıkçı gemilerinin kullandığı toplam yakıt ve teşvik miktarları.

Yıl	Yakıt (Ton)	Tüm balıkçı gemileri içindeki yakıt miktarı (%)	Teşvik* (₺)	Tüm balıkçı gemileri içindeki teşvik oranı (%)
2007	6.198	7,57	5.702.000	6,88
2008	5.049	6,38	4.696.000	5,40
2009	6.074	6,99	5.649.000	5,36
2010	6.103	6,03	8.174.000	6,35
2011	6.616	7,43	8.138.000	5,96
2012	7.781	8,48	9.493.000	6,05
2013	5.394	6,86	8.199.000	5,53
2014	4.981	6,58	7.571.000	5,31
2015	4.948	6,22	7.521.000	5,01
2016	5.184	5,73	8.916.000	4,88
Toplam	58.328		74.059.000	
Ortalama		6,93		5,61

*Hesaplanan

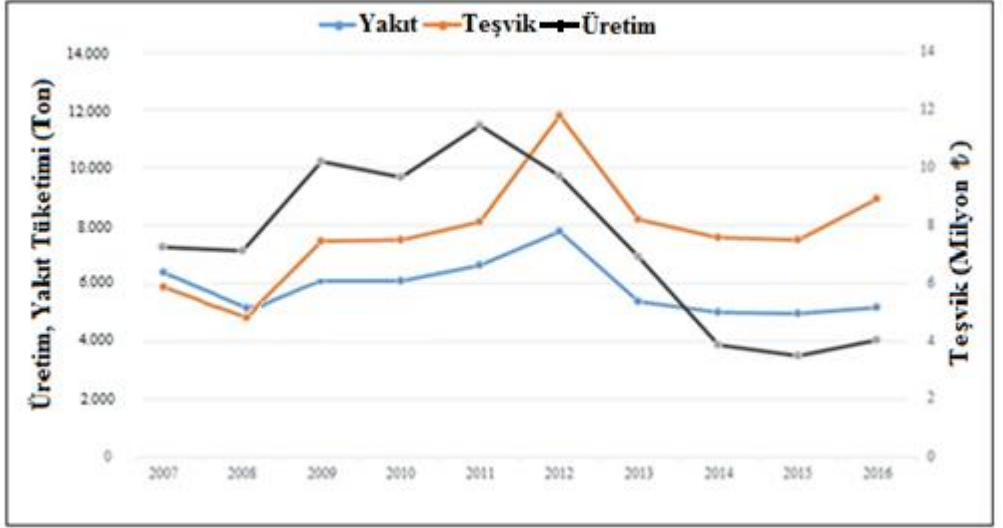
Çalışma döneminde (2007-2016) bütün deniz alanlarında balıkçılık yapan gemi sayısı ile İskenderun körfezi balıkçı gemi sayısı, toplam avcılık üretimi ve İskenderun körfezi balıkçı gemilerinin hesaplanan ortalama av miktarları Tablo 4.'te verilmektedir.

Tablo 4. Toplam avcılık üretimi (balık + diğer) ve denizdeki toplam aktif balıkçı gemi sayısı (TÜİK 2017, BSGM, 2017).

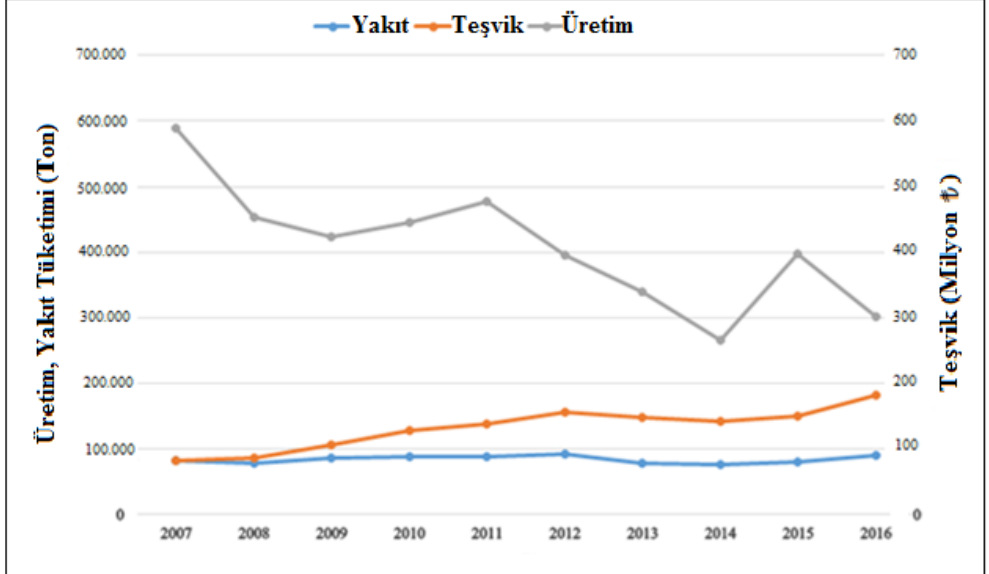
Yıl	Toplam avcılık üretimi (Ton)	Aktif balıkçı gemi sayısı	Akdeniz avcılık üretimi (Ton)	Aktif balıkçı gemi sayısı (Akdeniz)	İskenderun Körfezi balıkçı gemilerinin avcılık miktarı (Ton)*	İskenderun Körfezi aktif balıkçı gemi sayısı
2007	589.129	17.681	20.670	2.166	7.345,8	770
2008	453.113	17.161	20.350	2.183	7.018,0	753
2009	425.275	16.845	29.210	2.196	10.400,6	782
2010	445.680	16.650	27.700	2.152	9.588,2	745
2011	477.658	14.300	32.780	1.966	12.302,5	738
2012	396.322	14.324	27.740	1.959	10.672,6	731
2013	339.047	13.727	19.750	1.847	7.739,6	724
2014	266.078	14.595	11.080	1.860	3.590,4	704
2015	397.731	14.340	9.400	1.793	3.751,8	716
2016	301.464	14.501	11.560	1.865	4.104,4	662
Toplam	4.091.497	154.124	210.240	19.987	76.513,9	7.325

*Hesaplanan

2011 yılından itibaren artan yakıt ve teşvik miktarına rağmen üretimde devamlı düşüş kaydedilmiştir (Şekil 2, 3).



Şekil 2. İskenderun Körfezi balıkçı gemilerinin teşvik, sarfedilen yakıt ve toplam avcılık (Üretim) miktarları.



Şekil 3. Balıkçı gemilerinin teşvik, sarfedilen yakıt ve toplam avcılık (üretim) miktarları.

2007 - 2016 yılları arasındaki Türkiye toplam balık avcılığı için sarfedilen 841.114 ton yakıt ve 1.320.910.856 ₺ teşvike karşılık elde edilen toplam ürün 4.091.497 ton (Tablo 1, 2) olup, araştırma dönemi içinde İskenderun Körfezi balıkçı gemilerinin sarfettiği 58.328 ton yakıt ve 74.059.000 ₺ teşviğe karşılık 76.513,9 ton ürün avcılık yoluyla elde edilmiştir (Tablo 3). İskenderun Körfezi balıkçı gemilerinin yaptığı avcılıkta sarfedilen her kg yakıt karşılık 1.31 kg deniz ürünü elde edilmiştir. Tüm ülke deniz balıkçılık filosu ele alındığında ise, sarfedilen her kg yakıt karşılık 4.86 kg deniz ürünü elde edilmiştir.

Su Ürünleri istatistiklerine (BSGM, 2017) dayanılarak, avlanan her kg ürüne karşılık yapılan ürün değeri hesaplamalarında, çalışma dönemi (2007-2016) boyunca tüm Türkiye toplam deniz ürünleri avcılık üretim(4.091.497ton) değerinin 10.369.400.000 ₺ olduğu hesaplanmıştır. Bu eşitlikten yararlanılarak, İskenderun Körfezi balıkçı gemilerinin çalışma dönemi boyunca elde ettiği toplam ürün(76.513,9 ton) değerinin 193.915.145₺ olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırma dönemi süresince teşvik ve harcanan yakıt miktarlarında sürekli artış olduğu görülmektedir. On yıllık süre içinde en fazla teşviği yolcu ve feribot gemileri almıştır. İkinci sırada balıkçı gemileri ve Üçüncü sırada dökme ve kuru yük gemileri gelmektedir.

Balıkçı gemileri dikkate alındığında, yıllar itibarıyla sınırlı olan kaynaklardan daha fazla ürün elde edebilmek için daha fazla avcılık faaliyetinde bulunmuş dolayısıyla daha fazla yakıt kullanılmıştır. Balıkçılık çabasına bağlı olarak teşvik miktarlarında da artışlar görülmüştür (Tablo 1, 2). Ancak tüm bu teşviklere rağmen, elde edilen ürün miktarında sürekli azalma kaydedilmiştir (Şekil 2, 3).

2007-2011 yılları arasında avlanan balık miktarında dalgalanmalar olmuştur. Ancak, 2011 yılından itibaren teşvike rağmen 2014 yılına kadar avlanan ürün miktarında sürekli düşüşler meydana gelmiştir. Bu yıldan itibaren ürün miktarındaki düşüşler durmuş ve artma eğilimine girmiştir. Ancak artışın hiçbir zaman 15-20 yıl önceki miktarlara ulaşamayacağı değerlendirilmektedir (Seçer vd., 2016; TUIK, 2017).

İskenderun körfezi balıkçı gemilerinin hesaplanan avcılık miktarlarına bakıldığında, tüm Türkiye deniz balıkçılığında farklı olmadığı görülmektedir. Tüm ülke balıkçı gemilerinin sarfettiği her kg yakıt karşılık avlanan ürün değeri ortalaması, İskenderun balıkçı gemilerinin avladığı ürün değeri ortalamasına kıyasla daha yüksektir. Bunun nedeni olarak Karadeniz balıkçı gemilerinin yaptığı yoğun balıkçılık ile tüm ülke balıkçılığının verim ortalamasını yükseltmiş olmasına bağlanmıştır. Norveç kıyılarında yapılan bir çalışmada, farklı deniz ürünleri için harcanan yakıt miktarları ayrı ayrı tespit edilmiş ve Turbot (*Psetta maxima*), Dover sole (*Solea solea*) ve brill (*Scophthalmus rhombus*) gibi ürünlerin avcılığında kg ürün başına 2 kg'dan az yakıt sarfedildiği, Istakoz avcılığı ele alındığında ise, 1,04 kg yakıt karşılık 1 kg Istakoz avlandığı belirlenmiştir (Schau vd., 2009).

Ülkemiz balıkçılığını göz önüne aldığımızda, sarfedilen her kg yakıt karşılık 4,86 kg deniz ürünü elde edilmiştir. Ancak elde edilen ürünün büyük çoğunluğunu pazar değeri Kuzey denizinde avlanan demersal ürünlere kıyasla çok daha düşük olan Hamsi oluşturmaktadır.

İskenderun Körfezi balıkçılığımız, Akdeniz balıkçılığımızı temsil ettiği düşünülürse, sarfedilen her kg yakıt karşılık 1,31 kg ürün elde edilmiştir. Bu değer, Kuzey denizinde yapılan çalışma bulguları ile yakınlık göstermektedir.

Ülkemiz balıkçılığında, teşvik ve yakıt miktarının artması avcılık üretiminde artış getirmemiş, üretim miktarı sürekli olarak düşüş göstermiştir. Baltık denizinde yapılan bir çalışmada, balıkçılıkta kullanılan yakıtın vergiden muaf tutulmasının etkin balıkçılık yapılmasına katkı sağlamadığı sonucuna varılmıştır (Ziegler ve Hornborg, 2014).

Stokların korunması amacıyla 2012 yılında başlatılan uygulama ile balıkçı gemilerinin sayısının azaltılması ve av baskısının düşürülmesi yoluna gidilmiştir. Bu kapsamda 2007 yılında 21.762 adet olan balıkçı gemi sayısı 2016 yılında 18.494'e düşmüştür (Göktay vd., 2015). AB ülkelerinde de benzer şekilde av filolarında azaltma yoluna gidilmiştir. AB ülkeleri toplamı itibariyle, 2000 yılında 18.131 olan 12 m. üzeri balıkçı gemisi sayısı 2015 yılında 12.632 seviyesine inmiştir (BSGM, 2017; Eurostat, 2017). Yakıt sübvansiyonlarının beklenen amaca ulaşması için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın başlattığı balıkçı gemilerinin balıkçılıktan çekilmesi uygulamasına devam edilmeli ve açık deniz balıkçılığı teşvik edilerek stoklardan daha rasyonel faydalanılması önerilmektedir. Böyle bir strateji uygulandığında, deniz ürünlerimiz üzerindeki aşırı av baskısı önlenebilir ve avcılık miktarındaki keskin dalgalanmaların önüne geçilebilir.

Elde edilen sonuçlardan da görüldüğü üzere, yakıt desteğinin avcılık üretimini artırmadığı anlaşılmaktadır. Avlanılabilir balık stoklarının sınırlı olduğu bilinmekte ve bu nedenle deniz ürünleri avcılık miktarı arttırılamamaktadır.

Denizde faaliyet gösteren balıkçı gemisinin (Gırgır, Trol) balıkçılık faaliyetinde bulunabilmesi hayli masraflıdır. Bu masrafların en büyük bölümünü yakıt oluşturmaktadır. Personel ücretleri, sosyal güvenlik giderleri, balıkçı gemisi bakım-tutum(yedek parça, gemi bakımı vb.) av araç gereçleri vs. buna ilave edildiği zaman hayli yüksek meblağlar ortaya çıkmaktadır (Korkmaz ve Çoşkun, 2016). Ancak, balıkçılarımızı ve balıkçılığımızı desteklemek için yakıt teşviklerini sürdürmek gerekmektedir. Hali hazırda, 32.631 bin kişinin (TÜİK, 2017) balıkçılıkla hayatını kazandığı ve bu sayıya aile bireyleri de eklendiğinde 100 bin insan sayısına ulaşılacağı aşikârdır. Buna ek olarak avlanan deniz ürünlerinin pazarlanması, nakliyesi vb. sektörlerde çalışanlar da ilave edildiğinde yaklaşık 150 bin insanımızın geçimini balıkçılık ile sağladığı söylenebilir. Üstelik halkın deniz mahsulü ihtiyacının daha ucuz fiyatla giderilmesi de yapılan teşvikler için ayrı bir sebep teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2013). Kalkınma Bakanlığı 1. Kalkınma Planı 2014-2018 Su Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu 023(s. xiv).
- Anonim, (2017a). Gemi ve Yat İhracatçıları Birliği Sirküleri Tarih/No: 31.03.2017/262, Sayı:2785, P: 4-6, İstanbul.
- Anonim, (2017b). Gelir İdaresi Başkanlığı, <http://www.gib.gov.tr/yarim-ve-kaynaklar/yararli-igiler/ozel-tuketim-vergisi-tutarlari-ve-oranlari>.
- BSGM. (2017). <https://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>
- Çiçek, E., Avşar, D. & Birecikligil, S. (2012). Karataş Kıyıları (İskenderun Körfezi) İçin *Pagellus erythrinus* (Linnaeus,1758) popülasyonuna ait, yaş, büyüme ve ölüm parametreleri. *Neşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi* 1, 58-67.

- Çoker, T. & Akyol, O. (2014). An overview on the fish diversity in the coasts of Turkish Republic of Northern Cyprus (Mediterranean), *Ege J Fish Aqua Sci* 31(2), 113-118. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.2.08.
- Demirci, A. (2006). Kuzey Doğu Akdeniz Derin Deniz Trol Balıkçılığı Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, 157 s.
- DTO(2017).http://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/Deniz%20Ticaret%20Dergisi/subat_ek_2017.pdf
- Ergüden, D., Filiz, H. & Turan, C. (2013). XVI Su Altı Bilim Toplantısı SBT'2013, Mustafa Kemal Üniversitesi, Denizcilik Meslek Yüksekokulu, İskenderun, 34-38 s.
- Eurostat(2017)http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=mar_mt_am_csvi&lang=en
- Göktay, S., Göncüoğlu, H. & Ünal, V. (2015). Türkiye’de Birinci Kuşak Balıkçı Gemileri Geri-Alım Programının Değerlendirilmesi, 18. Su Ürünleri Ulusal Sempozyumu, 1-4 Eylül, İzmir.
- GTHB (2012). Resmi Gazete’nin 19 Haziran 2012 tarihli ve 28328 sayılı ‘‘Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkaranlara Yapılacak Destekleme Tebliği (2012/51).
- Korkmaz, A.Ş. & Çoşkun, T. (2016). Endüstriyel Balıkçı Teknelerinin Sosyo-Ekonomik Göstergeleri: Sinop İli Örneği, *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2(4), 208-216 doi:10.3153/JAEFR16023.
- Kotan, Ö. (2015). Avrupa Birliği’nde Küçük Ölçekli Balıkçılığın Sosyo-Ekonomik Durumu, Yönetimi ve Türkiye İle Karşılaştırılması, A.B. Uzmanlık Tezi, S. 71. Ankara.
- Schau, E.M., Ellingsen, H., Endal, A. & Aanonsen, S.A. (2009). Energy consumption in the Norwegian fisheries, *Journal of Cleaner Production*, 17, 325-334.
- Sumaila, U. R., Teh, L., Watson, R., Tyedmers, P. & Pauly, D. (2008). Fuel price increase, subsidies, overcapacity, and resource sustainability, *ICES Journal of Marine Science*, 65, 832-840.
- Suuronen, P., Chopin, F., Glass, C., Løkkeborg, S., Matsushita, Y., Queirolo, D. & Rihan, D. (2012). Low impact and fuel efficient fishing-Looking beyond the horizon, *Fisheries Research*, 119(12), 135-146.
- Seçer, S., Korkmaz, A.Ş., Dinçer, C., Atar, H.H., Seçer, F.S. & Keskin, E. (2016). Türkiye’de Sürdürülebilir Su Ürünleri Avcılığı.http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/f452c63f81d0105_ek.pdf
- Şahinler, S., Can, M.F., Görgülü, Ö. & İğne, K.D. (2005). Samandağ İlçesinde (Hatay) Balıkçılığın Genel Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma, *Science and J. of Fırat Univ.* 17 (4), 605-611.
- TUİK. (2017). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046
- UDHB, (2017). https://atlantis.udhb.gov.tr/OTV2/_public/stat.asp
- Yılmaz, A.B. (2015). Avrupa Birliği ve Türkiye’de Gıda Güvenliği Balıkçılık Yönetimi ve Desteklemeleri, A.B. Uzmanlık Tezi. Ankara.
- Ziegler, F. & Hornborg, S. (2014). Stock size matters more than vessel size: The fuel efficiency of Swedish demersal trawl fisheries 2002-2014. *Marine Policy* 44, 72-81.

Ağır Metal Kirliliğinin Biyoremediasyonunda Bazı Su İçi ve Yüzücü Sucul Makrofitlerin Kullanımı*

Danial NASSOUHİ, Mehmet Borga ERGÖNÜL**, Şeyda FİKİRDEŞİCİ, Pınar KARACAKAYA, Sibel ATASAĞUN

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara

Geliş : 26.12.2017

Kabul : 05.02.2018

**Sorumlu Yazar: ergonul@gmail.com

E.Dergi ISSN: 1308 – 7517

Derleme / Review

[DOI: 10.22392/egirdir.371340](https://doi.org/10.22392/egirdir.371340)

Özet

Sanayileşme ve kentleşmenin artması neticesinde ortaya çıkan ağır metal içeren atık suların deşarjı sucul ekosistemlerde önemli bozulmalara yol açmıştır. Ağır metal kirliliği gözlenen sucul ekosistemlerin biyoremediasyonuna yönelik ilgi, maliyetlerinin düşük olması ve çevre dostu olmaları nedeniyle giderek artmaktadır. Bu bağlamda, ağır metal ile kirlenmiş atık sular ve doğal suların remediasyonunda sucul makrofitler daha sık kullanılmaya başlamıştır. Bu derleme çalışmasında, remediasyonda sık kullanılan bazı su içi ve yüzücü sucul makrofitler ve remediasyon kapasiteleri hakkında son yıllarda yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Remediasyon, kirlilik, sucul, atık su, *Pistia*, *Myriophyllum*, *Azolla*.

The Use of Some Sub-mersed and Free floating Aquatic Macrophytes in the Bioremediation of Heavy Metal Pollution

Abstract

The dramatic increase in industrialization and urbanization has led to an increase in the discharge rate of wasterwaters including heavy metals which in turn caused significant alterations in aquatic ecosystems. Bioremediation of aquatic ecosystems polluted with heavy metals has been favauored in the recent years due to ecofriendly applications and lower costs. Thus, there is an increase in the use of aquatic macrophytes for the remediation of wastewater and natural water bodies polluted with heavy metals. In this review paper, the recent research focusing on the frequently used some sub-mersed and free floating aquatic macophytes and their remediation capacity is reviewed.

Keywords: Remediation, pollution, aquatic, wastewater, *Pistia*, *Myriophyllum*, *Azolla*.

* Bu çalışmanın bir kısmı Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenen 17L0430002 nolu proje kapsamında hazırlanmıştır.

GİRİŞ

18. yüzyılda başlayan sanayileşme süreciyle birlikte insanların doğa ile olan ilişkilerinde geri dönüşü zor değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Sanayileşmeyle beraber gelişen kentleşme sonucu insanların doğaya verdiği zararlar, 20. yüzyıla gelindiğinde artık gezegenin tamamını etkileyen çevresel bir krize dönüşmüştür (Baykal ve Baykal, 2008). İnsan varoluşundan bu yana, kendi istekleri ve faaliyetleri doğrultusunda doğayı şekillendirmekte ve değiştirmektedir.

Çevreye doğal süreçlerden bağımsız olarak insan etkisiyle yapılan bu müdahaleler, doğal döngülerin işleyişini olumsuz etkilemekte ve çok sayıda çevresel soruna yol açmaktadır (Tyagi vd., 2014). Su, birçok organik ve inorganik madde için iyi bir çözücü olması, organik maddelerin taşıyıcı olarak kullanılması, metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlaması, vücut ısısını düzenlemesi ve birçok organizma için yaşam alanı olması bakımından, ekosistemin son derece önemli bir kompartmanını teşkil etmektedir. Ancak, kentsel atıklar, sanayi ve tarımsal faaliyetler, nakliyat, termik ve nükleer santraller ve daha birçok insan faaliyeti su kirliliğine neden olmaktadır. Bu gibi faaliyetler sonucu ortama bilerek veya bilmeyerek sızan organik ve inorganik bileşikler, mikroorganizmalar, deterjanlar, pestisitler, ağır metaller, radyoaktif partiküller, yağlar ve petrol ürünleri vb. maddeler suyu kirleten başlıca kirleticilerdir (Tchounwou vd., 2012). İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan ve bu kirleticilerin bir veya birkaçını içeren atık sular nehir, göl ve deniz gibi doğal ortamlara deşarj edildiklerinde suyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik yapısında değişimlere yol açarak su kirliliğine neden olmaktadır (Ünlü vd., 2007; Kocataş, 2008). Suyun yapısal özelliklerinde meydana gelen bu tip olumsuz değişimler sucul ortamdaki organizmaların yaşam döngüsü ile ekosistem dengesi ve enerji döngüsünde bozulmalara sebep olmaktadır (Alrumman vd., 2016).

Nüfus artışına bağlı olarak artan su talepleri, düzensiz yağışlar, kuraklık ve su kaynaklarının kullanılabilirliğinde gözlenen düşüş nedeniyle su kaynaklarının korunması, kirlenmiş su kaynaklarının sağaltımı ve atık suların arıtımı ve bu yönde yapılan çalışmalar her zamankinden daha da önemli bir hal almıştır. Bu çalışmada sucul ortamlarda ağır metal kirliliğinin remediasyonunda sıklıkla kullanılan bazı su içi ve yüzücü sucul makrofitler ile ilgili son 20 yılda yapılan çalışmalar derlenmiş ve remediasyon potansiyelleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda özellikle de deneysel olarak yapılan çalışmalar ele alınmış ve kullanılan bitki, maruz bırakılan konsantrasyon ve giderim potansiyelleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Ağır Metaller

Ağır metal terimi, yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha yüksek olan ve düşük konsantrasyonlarda dahi toksik etkiler gösteren metaller ve metaloidler için kullanılan genel bir terimdir (Jarup, 2003). Bakır, çinko, demir gibi bu tanıma uyan ağır metallerin bir kısmı canlı bünyesindeki faaliyetlerin devamlılığı için gerekli olup çeşitli fonksiyonlara sahiptir ve esansiyel metaller olarak adlandırılırlar. Kadmiyum, kurşun, civa gibi ağır metaller ise canlı bünyesinde bilinen bir fonksiyona sahip olmayıp çok düşük dozlarda dahi toksik etkiler göstermektedir ve non-esansiyel metaller olarak adlandırılırlar. Ancak, esansiyel metallerin de belirli konsantrasyonların üzerinde toksik etki gösterebileceği oldukça iyi bilinen bir konudur (Jarup, 2003; Özbolat ve Tuli, 2016; Ergönül ve Atasağın, 2017).

Ağır metal, sıklıkla toksisite, ekotoksisite ve kirlilik ile ilişkilendirilen metal ve metaloid grupları için kullanılan bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır (Özbolat ve Tuli, 2016). Tanımı konusunda farklı görüşler ileri sürülmesine rağmen (Appenroth, 2010) ortak görüş, canlı bünyesinde herhangi bir fonksiyonu olmayan ağır metallerin (kurşun, civa, kadmiyum gibi) çok düşük konsantrasyonlarda dahi oldukça zararlı çevresel kirleticiler olduğu yönündedir (Duffus, 2002). Ağır metallerin yarılanma ömürleri oldukça uzundur ve doğada parçalanmamaktadır (Tripathi ve Ranjan, 2015). Ağır metaller, toprakta, sedimentte, suda veya canlı dokularında birikebildiği için (Fisher, 1995) besin

zincirine karışmaları durumunda insan sağlığı açısından da tehdit oluştururlar (Taylan ve Böke Özkoç, 2007; Jaishankar vd., 2014).

Göl, nehir ve deniz ekosistemleri, ağır metal içeren atık sular, atmosfere karışan ağır metal içeren partiküller ve yağışlarla kirletilmiş arazilerden drene olan akışlar için nihai bir havuz olarak işlev görmektedir (Yavuz ve Sarıgül, 2016). Ağır metaller sucul canlılar üzerindeki olumsuz etkileri göz ardı edilse dahi su kaynaklarının kullanımını sınırlandırmaları bakımından da önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle son yıllarda çalışmalar ağır metallerin sucul ortamlardan uzaklaştırılması üzerine yoğunlaşmıştır (Tangahu vd., 2011; Raghav ve Shrivastava, 2016).

Ağır metal giderimi

Ağır metaller, ayrışmaya karşı oldukça dirençli oldukları için ortamdaki uzaklaştırılmaları da oldukça güçtür (Tripathi ve Ranjan, 2015). Ağır metal giderimi olarak adlandırılan süreçler genel olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılarak yürütülmektedir (Fu ve Wang, 2011). Çökeltme ve filtrasyon gibi fiziksel yöntemler ya tek başlarına ya da ters ozmoz, iyon değişimi veya adsorbsiyon gibi kimyasal yöntemlerle birlikte kullanılmaktadır. Ancak her iki sistemin de işletim ve bakım masrafları oldukça yüksektir ve sadece belirli ağır metallerin arıtımında kullanılabilir (Mishra ve Tripathi, 2008). Bununla birlikte fiziksel yöntemler yüksek hacimler için kullanışlı bir yöntem değildir. Kimyasal yöntemler ise canlılar açısından ekstra risk oluşturma potansiyeline sahiptir. Ayrıca fiziko-kimyasal tekniklere dayalı yöntemler daha ziyade yüksek derecede kirlenmiş ortamların arıtımında tercih edilmektedir (Fu ve Wang, 2011). Diğer taraftan, ağır metallerin uzaklaştırılması için bitkilerin kullanıldığı fitoremediasyon gibi biyolojik giderim yöntemleri ise çevre dostu yöntemler olarak kabul edilemekte olup işletim ve bakım maliyetleri diğer yöntemlere kıyasla oldukça düşüktür. Bu nedenle orta dereceli kirlenmiş sularda ağır metal giderimi için cazip bir alternatif ve umut verici bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir (Miretzky vd., 2004; Doni vd., 2015).

Yukarıda da özetlendiği gibi ağır metal giderimi için kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemlerin hem işletim hem de bakım maliyetlerinin yüksek olması ve çevre üzerinde ilave stres yaratması gibi sebepler nedeniyle sınırlı bir kullanım alanları vardır. Ağır metal ve diğer birçok kirleticinin giderimi için biyolojik yöntemlerin kullanıldığı biyoremediasyon, bakteriler gibi mikroorganizmalar ve makrofitler, algler veya diğer organizmalar kullanılarak kirletici ve zararlı maddelerin ortamdaki giderimi anlamına gelen bir süreçtir (Kulshreshtha vd., 2014). Biyoremediasyon ilk kez 1972 yılında Pennsylvania eyaletinde akaryakıt boru hattı sızıntısının neden olduğu kirliliğinin giderimi için diğer tekniklerle birlikte kullanılmıştır ve yüksek bir başarı oranı elde edilmesi sayesinde dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır (Wang vd., 2012). Biyoremediasyon sürecinde özellikle bakteriler, mantarlar ve arkeler kullanılmış olmakla birlikte sucul ortamlarda ağır metal giderimi için çeşitli alg ve makrofitlerin giderim potansiyelinin araştırıldığı çalışmalar giderek artmaktadır (Etim, 2012; Zeraatkar vd., 2016).

Fitoremediasyon

Fitoremediasyon bitki anlamındaki “phyto” ile ıslah anlamındaki “remediation” kelimelerinden türetilen ve ilk kez 1991 yılında kullanılan bir terim olup çevreyi bitkileri kullanarak ıslah etme teknolojisidir. Çeşitli kaynaklarda “Phytoremediation”, “botanical remediation” veya “green remediation” gibi farklı isimlerle anılmaktadır (US EPA, 2000).

Bazı kaynaklarda Türkçe karşılığı olarak “Bitkisel Arıtım” kelimesi önerilmektedir (Yalçın, 2014). Fitoremediasyon, toprakta veya sudaki ağır metal gibi kirleticilerin bitkiler veya algler kullanılarak ortamdan uzaklaştırılması ya da toksik etkilerinin giderilmesidir. Yapılan çalışmalarda fitoremediasyon teknikleri ile Zn, Ni, Cu, Hg, Cd ve daha birçok ağır metalin, Sr, Cs, ve U gibi birçok radyoaktif elementin, çeşitli pestisit ve herbisitlerin, petrol hidrokarbonlarının ve endüstriyel organik atıkların gideriminin gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir (Vasavi vd., 2010).

Kimyasal ve fiziksel giderim teknikleri ile karşılaştırıldığında fitoremediasyon yöntemi mali açıdan düşük masraflı, çevre üzerinde yıkıcı ve olumsuz etkileri olmayan, çevre dostu ve güneş enerjisi kullandığı için verimli kabul edilen bir giderim yöntemi olarak daha çok tercih edilmektedir (Razzaq, 2017). Fitoremediasyon tekniklerinin kimyasal ve fiziksel giderim tekniklerine göre avantaj ve dezavantajları Tablo 1’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Sood vd., 2011).

Tablo 1. Fitoremediasyon tekniklerinin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Geleneksel in-situ ve ex situ yöntemlere göre daha çevre dostu olup düşük masraflıdır.	İşlem, köklerin ulaştığı derinlikte sınırlanan ve kaplanan yüzey alanına göre etki gösterebilir.
Birden fazla kirletici gözlenen alanlarda giderim amacıyla kullanılabilir.	Başarı oranı, kullanılan bitkinin kirleticiye karşı toleransına bağlıdır.
Hiperakümülyasyon gösteren bitkiler, kıymetli ağır metal eldesi için biyolojik cevher olarak kullanılabilir.	Biyolojik olarak parçalanabilir nitelikleri nedeniyle, çevreye yeniden ağır metal sızdırabilirler.

Fitoremediasyonda kullanılan bitkiler, ortamdaki kirleticileri bünyelerinde depolamak ve daha az toksik formlara dönüştürmek için fitoekstraksiyon, fitostabilizasyon, rizofiltrasyon, fitovolatizasyon, fitodegradasyon ve rizodegradasyon gibi çeşitli mekanizmalar kullanmaktadır (Tangahu vd., 2011; Etim, 2012). Fitoekstraksiyon, fitostabilizasyon ve rizofiltrasyon süreçlerinde bitki kirletici maddeleri kökleri yardımı ile alıp bunları yine kök dokusunda ve/veya yaprak ve gövdede depolar. Fitovolatizasyon ise Se, Hg ve As gibi uçucu özellikte inorganik kimyasal formların su buharı ile yapraklardan atmosfere verilmesi esasına dayanır. Fitodegradasyon klorlu çözeltiler ve bazı organik çözeltilerin giderimi açısından sınırlı bir kullanım alanına sahiptir ve bu süreçte kompleks yapıdaki kirletici maddeler basit bileşiklere dönüştürülerek bitki dokularına taşınır. Rizodegradasyon sürecinde ise bu dönüştürme işlemleri bitkilerin rizosferindeki mikroorganizmalar tarafından yürütülmektedir ve bazı kaynaklarda rizosferik degradasyon olarak da adlandırılmaktadır. Yine benzer şekilde rizodegradasyon da petrol hidrokarbonları, klorlu çözücüler, benzen ve toluen gibi organik kirleticilerin gideriminde kullanılabilir.

Sucul Makrofitler

Makrofitler ile ilgili birçok farklı şekilde tanımlama yapılmış olmasına rağmen en fazla kabul gören tanıma göre; gözle görülebilecek büyüklükte, sucul ortamlarda yaşayan

fotosentetik organizmalar makrofit olarak adlandırılmaktadır. Bu tanıma tohumlu bitkiler, algler, eğrelti otları ve sucul karayosunları dahil birçok farklı taksonomik grup girmektedir. Kolaylık olması bakımından sucul makrofitler su yüzeyine göre pozisyonları dikkate alınarak 3 farklı grup altında incelenmektedir (Wetzel, 2001) :

1- Yarı-batık (emergent) makrofitler: Bunların büyük bir kısmında kökler su altında, gövde ve yapraklar su yüzeyinin üzerindedir. En karakteristik birkaç örneği *Phragmites* spp., *Typha* spp. ve bazı *Potamogeton* spp. türleridir.

2- Su içi (sub-mersed) makrofitler: Bu tip makrofitler gelişimlerini tamamen su altında tamamlarlar. En bilinen örnekleri *Ceratophyllum demersum* ve *Myriophyllum spicatum* türleridir.

3- Yüzücü (free floating) makrofitler: Bunların kökleri genellikle indirgenmiş olup su kolonu içerisinde askıda bir pozisyonda yer alır ve sedimentle temas etmezler. Bitki su yüzeyinde serbest bir şekilde yüzmektedir. Bu tip makrofitlere ise *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, ve *Lemna* spp. örnek verilebilir.

Sucul makrofitler karasal bitkilere oranla daha yüksek bir büyüme hızı, biyokütle üretimi ve yüksek emilim kapasitesine sahip oldukları için daha avantajlı olarak kabul edilmektedir (Dhir, 2013). Bazı sucul makrofitlerin ortam konsantrasyonundan daha yüksek seviyelerde kirleticiyi bünyelerinde biriktirebildikleri oldukça iyi bilinen bir konudur. Bu tip organizmalara genel olarak hiperakümülator denilmektedir ve bu organizmaların ağır metal gibi kirleticilerin yüksek konsantrasyonlarına karşı toleranslarının yüksek olduğu bilinmektedir (Boyd, 2004).

Sucul makrofitler yukarıda özetlenen bu üstün özellikleri nedeniyle sadece ağır metal gibi kirleticilerin değil aynı zamanda fosfor ve azot gibi besleyici elementlerin gideriminde de başarıyla kullanılmaktadır (Tripathy ve Upadhyay, 2003; Nahlik ve Mitsch, 2006). Literatürde sülfadimetoksin gibi ilaçların (Forni vd., 2001) ve hatta radyoaktif elementlerin (Sharma vd., 2015) gideriminde de kullanımlarına dair çalışmalar bulunmaktadır (Maine vd., 2006). Aşağıda son yıllarda ağır metallerin giderimi ile ilgili çalışmalarda sucul makrofitlerin kullanımına yönelik yapılan araştırmalar özetlenmiştir.

Eichhornia crassipes

Su sümbülü Türkçe adı ile anılan *Eichhornia crassipes*, Pontederiaceae ailesinin üyesi olup serbest yüzen ve istilacı bir türdür. Su sümbülü, kozmopolit bir tür olması ve hızlı bir şekilde büyümesi nedeniyle kirleticilerin sucul ortamdan uzaklaştırılması konusunda ilgi odağı olmuştur (Jayaweera vd., 2008; Moyo vd., 2013). Birçok çalışmada toleransı yüksek bir tür olduğu gösterilmiş ve hiperakümülator kapasitesi vurgulanmıştır. Liao ve Chang (2004) bu bitkinin bakır, çinko, kadmiyum, kurşun ve nikel elementlerine karşı fitoremediasyon potansiyelini incelemişler ve bitkinin bu elementlere karşı yüksek toleransından dolayı, özellikle kurşun, bakır ve çinko içeren alanlarda fitoremediasyon için kullanılabileceği vurgulamışlardır. Hasan vd. (2007) su sümbülü ile yürüttükleri çalışmada bitkinin yüksek oranda Zn ve Cd emilimi gösterdiğini belirtmişlerdir. Mishra ve Tripathi (2008) yaptıkları bir çalışmada bu bitkinin 1, 2 ve 5 ppm Cu'ya maruz bırakıldığında 15 gün sonunda sırasıyla %96, 87 ve 88 oranında giderim sağladığını göstermişlerdir. Aynı çalışmada 1, 2 ve 5 ppm Cd deneme gruplarında giderim oranları %78, 82 ve 70 olarak saptanmıştır. Jayaweera vd. (2008) çalışmalarında su sümbüllerinin atık sulardan Fe metali uzaklaştırma oranının besleyici element içeriği düşük olan sularda en yüksek değere ulaştığını ve %47 oranında giderim sağladığını göstermişlerdir. Alvarado vd. (2008) *E. crassipes* türünün As biyoremediasyonunda *Lemna minor*'e

alternatif bir canlı olup olamayacağını araştırmışlar ve çalışmalarında her iki türün As remediasyonunun arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Dolayısıyla ağır metal gideriminde bu türün bir alternatif olarak kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Mishra ve Tripathi (2009) yaptıkları diğer bir çalışmada 10 ppm Zn'ye maruz bırakılan bitkinin 11 gün sonunda %95 oranında giderim sağladığını, 1 ppm Cr'ye maruz bırakılan bitkilerin ise %84 oranında giderim sağladığını bildirmişlerdir. Lissy ve Madhu (2011) yaptıkları 20 günlük deneyde, *E. crassipes* bitkisini 1 ppm krom ve 5 ppm bakır içeren sulara maruz bırakarak bitkinin remediasyon potansiyelini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda bitki, krom ve bakır içeriğinde %65 oranında giderim sağlamıştır. Mokhtar vd. (2011) *E. crassipes* türünün Cu metalini temizlemede %97,3 oranında başarılı olduğunu tespit etmişler ve türü hiperakümülatör olarak tanımlamışlardır. Ajayi ve Ogunbayo (2012) tekstil, ilaç ve metalurjik atıksulardan Cd, Cu ve Fe metallere *E. crassipes* ile temizlenmesi üzerine araştırma yapmışlardır. En yüksek giderim oranının kadmiyum için %95.6 ile metalurjik atıksulardan, %94.8 oranında tekstil atıksuyundan ve %93.5 ile ilaçlı atıksulardan olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı başarı oranı Fe ve Cu metali için tespit edilememiştir. Moyo vd. (2013) tarafından *E. crassipes* türünün, remediasyon amacıyla kullanımı araştırılmış ve elektriksel iletkenlikte % 25, toplam çözünmüş katı maddelerde (TDS) %26, sülfatlarda %45, fosfatlarda %33 ve toplam sertlikte %37 oranında düşüş tespit etmişlerdir. Aurangzeb vd. (2014) *E. crassipes* bitkisinin kadmiyum, bakır, arsenik, alüminyum ve kurşun içeren atık sular için giderim kapasitelerini araştırmış ve sonuç olarak en yüksek giderim oranını Cd (%82,8) ve Cu (%78.6) için tespit etmişlerdir.

Azolla spp.

Azolla, Azollaceae familyasına ait olup, dünyanın hemen hemen çoğu bölgesinde geniş bir yayılış alanına sahip 7 kadar türü içeren bir cinistir. Daha çok sulama kanallarında, durgun su kütlelerinde, bataklıklarda ve esasen pirinç tarlalarında gelişim gösterir. Sucul bir eğrelti otu olan *Azolla* sporlanma ile ve/veya kopan kök parçalarından çoğalabilir. Olumsuz çevresel koşullara, yüksek alkalinite ve ağır metal kirliliğine karşı toleransı yüksek bir tür olarak değerlendirilmektedir. İdeal koşullar altında oldukça hızlı bir gelişim gösterir. Yüzücü bir bitki olması sebebiyle hasadı oldukça kolaydır. Bu gibi özellikleri nedeniyle *Azolla* fitoremediasyon açısından oldukça uygun bir organizma olarak değerlendirilmektedir (Roberts vd., 2014). Arora (2004; 2006) 3 farklı *Azolla* türünün Cd, Ni ve Cr emilim potansiyelini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak sırasıyla emilim potansiyelini Cd için: *A. microphylla* > *A. filiculoides* > *A. pinnata*; Ni için: *A. pinnata* > *A. microphylla* > *A. filiculoides* ve Cr için: *A. pinnata* > *A. filiculoides* > *A. microphylla* olarak bulmuştur. Khosravi vd. (2005), yaptıkları çalışmada *A. filiculoides*'i 15 gün süre ile 4'er mg/L'lik Pb, Cd, Ni ve Zn ağır metaline maruz bırakmış ve ortamdaki tuz konsantrasyonunun artması ile ağır metal emiliminde azalma göstermişlerdir. Dai vd. (2006), yaptıkları çalışmada *A. imbricata* sucul bitkisini 9 gün süreyle 0.5 ppb'ye maruz bırakmışlar ve bitkinin bu süreçte dokularında 183 mg/kg oranında Cd biriktirdiğini tespit etmişlerdir. Rai (2008) *A. pinnata*'nın Hg ve Cd remediasyonunda %70-94 oranında başarılı olduğunu tespit etmişlerdir. Mishra (2009), *A. pinnata* sucul bitkisinin Hg (10 ppb) içeren atık sulardaki arıtım potansiyelini incelemiş ve 21 günlük deney sonunda %68 oranında giderim sağladığını bulmuştur. Pandey (2012) termik santrallerdeki atık kül havuzlarında (Fe: 343.7 > Mn: 76.5 > Zn: 45.1 > Cd: 27.0 > Ni: 21.8 > Cu: 19.3 > Pb: 16.2 > Cr: 12.5 mg/L) yetişen *A. caroliniana* bitkisinin sürgünlerinde ağır metal içeriğini incelemiş ve birikimi (mg/kg KA) Fe (753) > Zn (210) > Ni (161) > Mn (144) > Cr (137) > Cu (106) > Pb

(92)>Cd (86) şeklinde tespit etmiştir. Shafi vd. (2015), yaptıkları çalışmada *A. pinnata*'yı Cu, Pb, Cr, Cd ve Zn içeren ağır metal karışımına maruz bırakmış ve 10 gün sonunda bitkide ağır metal birikimini Zn>Cu>Pb>Cr>Cd şeklinde bulmuştur. Noorjahan ve Jamuna (2015) *Azolla microphylla* ile yaptıkları çalışmada 96. saatin sonunda suyun içeriğindeki ağır metal ve suyun fiziksel parametrelerinde azalma tespit etmişlerdir.

Lemna spp.

Lemna spp. ya da Türkçe adı ile su mercimekleri, Lemnaceae familyasına ait olup küçük yapılı, yüzücü makrofitlerdir (Maltby, 2010). Su mercimekleri geniş bir pH (3,5 - 10,5) ve sıcaklık (7-35 °C) aralığında gelişim gösterebilir. Hızlı bir şekilde gelişim gösterir ve vejetatif olarak çoğalmaktadır. Laboratuvar koşullarına kolaylıkla adapte olabildiği için üretimi oldukça kolaydır. Tıpkı *Azolla* gibi su mercimeklerinin de hasadı oldukça kolaydır. Bu gibi özellikleri nedeniyle ekotoksikoloji çalışmaları için uygun bir model olarak değerlendirilmektedir (Hurd ve Stenberg, 2008). Birçok çalışmada *Lemna* spp. türlerinin ağır metallerin sudan uzaklaştırılmasında başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Garczarska ve Ratajczlak, 2000; Kara vd. 2003).

Su mercimekleri arasında remediasyon çalışmalarında en sık kullanılan ve en iyi bilineni *L. minor* adlı türdür ve sadece ağır metallerin giderimi için değil azot ve fosfor içeren besleyici elementlerin gideriminde de kullanılabilirler gösterilmiştir. Axtell vd. (2003) laboratuvar ortamında yetiştirilen *L. minor* bitkisini kullanarak Pb ve Ni metallerini giderim potansiyelini incelemişler ve sonuç olarak sırasıyla %76 ve %82 oranında giderim sağlamışlardır. Hou vd. (2007) ağır metallerce kirletilmiş sularda Cu ve Cd'nin *L. minor* kullanılarak giderimi ve suyun rehabilitasyonuna yönelik bir çalışma yapmışlar ve bitkinin bu iki element açısından fitoremediasyon potansiyelinin zayıf olduğunu bildirmişlerdir. Alvarado vd. (2008) sucul bitkiler *E. crassipes* ve *L. minor* ile fitoremediasyonla sulardan As'nin giderimi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişler ve bu amaçla bitkileri 21 gün süreyle 0,15 ppm As'ye maruz bırakmışlardır. Çalışmada *E. crassipes* için giderim oranı %18, *L. minor* için ise %5 olarak hesaplanmıştır. Khellaf ve Zerdaoui (2009), yaptıkları çalışmada ağır metal kirliliğinin *Lemna minor*'ün gelişimi üzerindeki etkilerini çalışmışlar ve bitkinin yüksek oranda Fe ve Hg biriktirebildiğini göstermişlerdir. Üçüncü vd. (2013) Cu, Cr ve Pb metallerinin *L. minor* tarafından fitoremediasyonunu araştırmışlardır. *L. minor*'ün Cr ve Pb remediasyon kapasitesini başarılı bulurken, Cu remediasyon kapasitesini düşük bulmuşlardır. Goswami vd. (2014) yaptıkları çalışmada *L. minor* bitkisini 22 gün süreyle As ağır metalinin 3 farklı konsantrasyonuna (0,5, 1 ve 2 ppm) maruz bırakarak bitkinin remediasyon kapasitesini incelemişler ve bitkinin % 70 oranında giderim sağladığını saptamışlardır. Török vd. (2015), aynı bitkiyi Cu, Zn ve Cd içeren karışıma 6 gün süreyle maruz bırakmış ve en yüksek birikim oranını Cd için 1.25 mg/g olarak bulmuşlardır. Gür vd. (2016) *L. minor* bitkisini 7 gün boyunca bor elementinin 7 farklı konsantrasyonuna (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ppm) maruz bırakarak fitoremediasyon potansiyellerini araştırmışlardır. Sonuç olarak en yüksek birikim değeri 128 ppm'lik konsantrasyona maruz bırakılan grupta gözlenmiş olup, 4007 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Yaygın bir şekilde remediasyon amacıyla kullanılan diğer bir tür ise *Lemna gibba* adlı türdür. Khellaf ve Zerdaoui (2009), 10 gün süreyle 6, 10, 14 ve 18 ppm Zn'ye maruz bıraktıkları *L. gibba* sucul bitkisinde %61.3 ile 71.3 arasında bir giderim gerçekleştiğini göstermişlerdir. Abdallah (2012), 2, 4, 10 ve 15 ppm Pb ve Cr'ye 12 gün süreyle maruz bıraktıkları *L. gibba* bitkisinin en yüksek giderim oranını sırasıyla Pb için %96, Cr için ise %91.8 olarak bulmuştur. Verme ve Suthar (2015) yaptıkları çalışmada Pb vd Cd'nin 2, 5

ve 10 ppm'lik konsantrasyonlarına maruz bıraktıkları *L. gibba* sucul bitkisinin Pb için en yüksek giderim oranını %98,1, Cd için ise %84.8 olarak hesaplamışlardır.

Pistia stratiotes

Su marulu olarak adlandırılan *Pistia stratiotes* Aracea familyasına bağlı çok yıllık ve serbest yüzen, gövdesiz, stolonlu ve saçak köklere sahip bir bitkidir (Täckholm, 1974). Tropik ve sub-tropik sularda yayılım gösterir (Sánchez-Galván vd., 2013). Su marulu esasen asidik ortamlarda daha iyi gelişim göstermekle birlikte geniş bir sıcaklık ve pH aralığında gelişebilir. Yüzücü olduğu, hızlı büyüme gösterdiği, kolay hasat edilebildiği ve bünyesinde yüksek oranda kirletici biriktirebildiği için atık sularda kirletici maddelerin gideriminde sıklıkla kullanılmaktadır (Das vd., 2014; Galal ve Farhat, 2015).

Odjegba ve Fasidi (2004) 21 gün boyunca potansiyel 8 eser element (gümüş, kadmiyum, krom, bakır, civa, nikel, kurşun ve çinko) kullanarak *P. stratiotes* bitkisinde emilimi ve toleransını ölçmüşlerdir. Sonuç olarak bitkinin çinkoya karşı yüksek toleranslı olduğunu, civaya ise çok düşük toleransı olduğu tespit edilmiştir. Mishra (2009), su marulunun Hg içeren atık su arıtım potansiyelini incelemiş ve 21 günlük deney sonunda *P. stratoites*'in %80 oranında giderim sağladığını bulmuştur. Vesely (2011), su marulu ile yaptıkları çalışmada ilk 7 gün içerisinde giderim veriminin en yüksek oranda olduğunu ve 5 mg/L'lik Pb'a maruz bırakılan bitkilerin %97 oranında giderim sağladığını göstermişlerdir. Lu vd. (2011), su marulunun %20 oranında Al, Fe ve Mn giderimi sağladığını göstermişlerdir. Gupta vd. (2012), yaptıkları çalışmada su marulunun köklerinin yüksek oranda Fe, K, Mg, Mn, Ca, Cd ve Co giderimi sağladığını göstermişlerdir. Das vd. (2014) 21 gün süreyle Cd'nin 4 farklı konsantrasyonuna (5, 10, 15 ve 20 ppm) maruz bırakılan *P. stratiotes* bitkisinin remediasyon potansiyelini araştırmışlar ve bu bitkinin kadmiyuma karşı toleransının yüksek olduğu gösterilmiştir. Aurangzeb vd. (2014) *P. stratiotes* bitkisinin kadmiyum, bakır, arsenik, alüminyum ve kurşun içeren atık sular için giderim kapasitelerini araştırmış ve sonuç olarak en yüksek giderim oranını Pb (%70,7) ve Cu (%66,6) için tespit etmişlerdir.

Ceratophyllum demersum

Tilki kuyruğu olarak da adlandırılan *Ceratophyllum demersum* tamamen suya batık, besleyici element miktarının orta ve yüksek miktarda olduğu baraj gölleri, doğal göller, su kanalları ve yavaş akan derelerde yayılış göstermektedir (Johnson, 1995). Çok yıllıktır ve düşük ışık yoğunluğunda dahi gelişim gösterebilir. Normal koşullarda kökleri yoktur ancak sedimente yakın kesimlerde çapa benzeri yapraklar oluşturarak zemine tutunabilir. Yüzeyde yüksekliği 5-6 m'yi bulan yığınlar oluşturabilir. Zn, Cu, Cd ve Pb gibi ağır metalleri bünyesinde depolayabildiği gösterilmiştir (Stankovic vd., 2000; Keskinan vd., 2003). Rai vd. (1995), yaptığı çalışmada bitkinin 15 günlük süre sonunda ortamdaki Pb'nin %70'ini bünyesinde biriktirebildiğini göstermiştir. Keskinan (2004), bu makrofitin düşük konsantrasyonlarda ağır metal içeren atık suların remediasyonu için kullanılabilirliğini bildirmiştir. Keskinan vd. (2007) yaptıkları çalışmada *C. demersum* için kurşunun (Pb) maksimum adsorpsiyon kapasitesini 44,8 mg/g olarak belirlemişlerdir. Abdallah (2012) yaptığı çalışmada *C. demersum* bitkisini 2,4, 10 ve 15 ppm Pb ve Cr içeren ağır metal çözeltisine maruz bırakmış ve 12 gün sonra Cr ve Pb için maksimum giderim yüzdesini sırasıyla %84,3 ve 95 olarak tespit etmiştir. El-Khatib vd. (2014) *C. demersum* sucul bitkisinin Pb açısından fitoremediasyon potansiyelini incelemişlerdir. Bitki örnekleri 7 gün boyunca 25, 50 ve 75 ppm kurşuna maruz bırakılmış ve en yüksek

emilim miktarı, 1 gün boyunca 75 ppm kurşuna maruz kalan grupta 164,26 mg/g olarak bulunmuştur. Ahmad vd. (2016), *C. demersum* ile yaptıkları ağır metal giderim çalışmasında bitkinin ağır metal birikim eğilimini $Al > Mn > Zn > Co > Cu > Pb > Cr > Ni > Cd$ şeklinde bulmuşlardır.

Myriophyllum spicatum

M. spicatum tamamen su içinde yaşayan çok yıllık bir makrofittir. Su yüzeyinin hemen altında ve derinliği 10 m'ye kadar olan kesimlerde yayılış gösterir. Kökleri ile sedimente tutunarak yüzeye doğru gelişim gösterir. Keskinan (2003), bu bitkinin Zn, Pb ve Cu emilim potansiyellerini incelemiş ve bu değeri Pb için 46,7 mg/g olarak saptamıştır. Aynı çalışmada 96 saatlik bir süre sonunda ortamdaki Cd'un %89'unu uzaklaştırabildiğini göstermiştir. Keskinan vd. (2007) yaptıkları çalışmada *M. spicatum*'un Pb için maksimum adsorpsiyon kapasitesini 46,5 mg/g olarak belirlemişler ve genel olarak *M. spicatum*'un adsorpsiyon kapasitesinin *C. demersum*'a kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Lesage vd. (2008) yaptıkları çalışmada *M. spicatum*'un Co, Ni, Cu ve Zn içeren atık su remediasyonu için kullanımını araştırmış ve Cu ile Zn'nin Co ile Ni'ye oranla daha hızlı bir şekilde absorbe edildiğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada 12 hafta süresince atık suya maruz bırakılan bitkilerde büyümenin olumsuz etkilenmediğini gösterilmiştir. Yabancı vd. (2014) yaptıkları çalışmada *M. spicatum*'da ağır metal birikimini incelemiş ve As, Cd, Hg ve Pb için en fazla birikimin köklerde olduğunu, en düşük birikimin ise gövdede olduğunu bildirmişlerdir. Bitkinin kolaylıkla hasat edilebilir kısımlarında ağır metal birikiminin düşük olması, bitkinin remediasyon açısından kullanımını sınırlandırabilir bir unsurdur.

SONUÇ

Hasatları kolay olan su içi ve yüzücü sucul makrofitler, özellikle de hızlı gelişen ve orta-yüksek konsantrasyonlarda ağır metal kirliliğine toleranslı türler atık suların arıtımı bakımından umut vaadeden organizmalardır. Bu sucul makrofitlerden en sık kullanılan türler ve bu türler ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo 2'de özetlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Tablo 2'den de görüleceği üzere bir genellemeye varmak oldukça güçtür. Çoğu çalışmada deneysel koşullar net bir şekilde detaylandırılmamış olup objektif bir karşılaştırmayı güçleştirmektedir. Işık miktarı, fotoperiyod, suyun sertliği, alkalinitesi, Ph'ı, EC değeri, sıcaklık ve sudaki besleyici element miktarı gibi birçok bileşen remediasyon amacıyla kullanılan bitkilerin giderim kapasitesini etkileyebilir. Dolayısıyla ileride yapılacak çalışmalarda bitkilerin giderim oranını etkileyebilecek parametrelerin de izlenmesi ve kaydedilmesi faydalı olacaktır.

Sucul makrofitler tek başına kullanılabilecekleri gibi fiziksel ve/veya kimyasal yöntemlerle birlikte kullanılarak daha etkin bir giderim sağlayabilirler. Ancak, hangi bitkinin hangi koşullar altında optimum gelişim gösterdiği ve ne oranda giderim yapabildiği, geri salınım yapıp yapmadığı laboratuvar çalışmaları ile desteklenmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, doğada kirleticiler tek başlarına bulunmadıkları için farklı kirleticilere aynı anda maruz bırakılan sucul makrofitlerde emilim üzerinde etkili sinerjistik ve antagonistik etkileşimler de ortaya çıkarılmalıdır.

Tablo 2. Bazı su içi ve yüzücü sucul makrofitlerin bazı ağır metaller için bildirilen remediasyon kapasiteleri. Çalışmaların bir kısmında sudaki ağır metal giderimi, bazılarında ise bitki dokularındaki birikim miktarı verilmiştir. Bunlar sırasıyla giderim için % olarak, birikim için ise ağırlık/ağırlık olarak verilmiştir.

Bitki	Maruz bırakılan ağır metal (konsantrasyon; süre)	% giderim veya bitki dokusunda birikim miktarı	Kaynak
<i>Eichhornia crassipes</i>			
	Cd, Pb, Cu, Ni, Zn (1 ppm; -)	Cd: 0.2 kg/m ² Pb: 5.4 kg/m ² Cu: 21.6 kg/m ² Zn: 26.2 kg/m ² Ni: 13.5 kg/m ²	Liao ve Chang, 2004
	Cd (1, 2, 2,5 4, 6 ppm; 16 gün)	%92, %85.5, %82, %82.3, %82.2, %73.2	Hasan vd. 2007
	Zn (2, 4, 6, 8, 12 ppm; 16 gün)	%95, %95.2, %90, %87, %89	
	Cd + Zn (6 ppm + 12 ppm; 16 gün)	%70	
	Fe (9.27 ppm; 15 hafta)	%47	Jayaweera vd. 2008
	Cu (1, 2, 5 ppm; 15 gün)	%96, %87, %88	Mishra ve Tripathi, 2008
	Cd (1, 2, 5 ppm; 15 gün)	%78, %82, %70	
	As (0,15 ppm; 21 gün)	%18	Alvarado vd. 2008
	Zn (10 ppm; 11 gün)	%95	Mishra ve Tripathi, 2009
	Cr (1 ppm; 11 gün)	%84	
	Cr + Cu (1 ppm + 5 ppm; 20 gün)	%65	Lissy ve Madhu 2011
	Cu (1,5, 2,5, 5,5 ppm; 21 gün)	%97.3, %95.6, %61.6	Mokhtar vd. 2011
	Cd (0,078, 0,068, 0,062 ppm; 5 hafta)	%94.8, %95.6, %93.5	Ajayi ve Ogunbayo, 2012
	Cu (0,015, 0,93 ppm; 5 hafta)	%6.6, %0	
	Fe (0,035, 0,036, 0,044 ppm; 5 hafta)	%0, %0, %90.9	
	Al (0.0489 ppm; 30 gün)	%73 %74	Aurangzeb vd. 2014

	As (0.6641 ppm; 30 gün)	%82.8 %62.8		
	Cd (0.0091 ppm; 30 gün)	%78.6 %61		
	Cr (0.0323 ppm; 30 gün)	%39.5 %73		
	Cu (0.0028 ppm; 30 gün)	%65.2		
	Fe (0.8333 ppm; 30 gün)			
	Mn (0.0806 ppm; 30 gün)			
	Pb (0.0091 ppm; 30 gün)			
	Zn (0.0019 ppm; 30 gün)			
<i>Azolla caroliniana</i>	Fe: 343.7 ppm; anlık ölçüm	753 mg/kg 144 mg/kg		Pandey, 2012
	Mn: 76.5 ppm	210 mg/kg		
	Zn: 45.1 ppm	86 mg/kg		
	Cd: 27.0 ppm	161 mg/kg		
	Ni: 21.8 ppm	106 mg/kg		
	Cu: 19.3 ppm	92 mg/kg		
	Pb: 16.2 ppm	137 mg/kg		
	Cr: 12.5 ppm			
	Cu, Pb, Cr, Cd, Zn (4 ppm; 10 gün)	Cu: 0.9 ppm Pb: 0.42 ppm Cr: 0.27 ppm Cd: 0.042 ppm Zn: 2.1 ppm		Shafi vd. 2015
<i>A. filiculoides</i>	Cd (1, 5, 10 ppm; 7 gün)	232.6, 897.4, 1805.5 ppm		Arora, 2004
	Ni (100, 200, 300, 400, 500 ppm; 7 gün)	13016.1, 23382.5, 28443.6 ppm	17429, 25764,	
	Cr (1, 5, 10, 15, 20 ppm; 7 gün)	2977.9, 9994.6, 12383.6 mg/kg	4122, 6567,	Arora vd. 2006
<i>A. imbricata</i>	Cd (0,5 ppb; 9 gün)	183 mg/kg		Dai vd. 2006
<i>A. microphylla</i>	Cd (1, 5, 10 ppm; 7 gün)	168.3, 1175.9, 2608 ppm		Arora, 2004
	Ni (100, 200, 300, 400, 500 ppm; 7 gün)	8517.4, 13732.9, 17172,		

		19563.2, 21785.4 ppm	
<i>A. pinnata</i>	Cr (1, 5, 10, 15, 20 ppm; 7 gün)	4617.7, 6156.7, 9213.5, 12874.3, 14931.7mg/kg	Arora vd. 2006
	Cd (1, 5, 10 ppm; 7 gün)	277.1, 1153.4, 2759.7 ppm	Arora, 2004
	Ni (100, 200, 300, 400, 500 ppm; 7 gün)	7217.16, 9442, 56, 10610.3, 14015.3, 16252.5 ppm	
	Cr (1, 5, 10, 15, 20 ppm; 7 gün)	528.1, 1554.7, 2434.3, 5507.7, 9125.3 mg/kg	Arora vd. 2006
	Hg (0.5, 1, 3 ppm; 13 gün)	%90, %94, %80	Rai, 2008
	Cd (0.5, 1, 3 ppm; 13 gün)	%90, %91, %70	
	Hg (10 ppb; 21 gün)	%68	Mishra, 2009
<i>Lemna minor</i>	Pb (5, 10 ppm; 10 gün)	%76	Axtell vd. 2003
	Ni (2.5, 5 ppm; 10 gün)	%82	
	Pb (5, 10 ppm; 7 gün)	%85, %95	Hurd ve Strenberg, 2008
	As (0.15 ppm; 21 gün)	%5	Alvarado vd. 2008
	Cu + Pb + Cr (10,4 + 0,2 + 3 ppm; 7 gün)	Cu: %99.97 Pb: %92.35 Cu: %46.18	Üçüncü vd. 2013
	As (0.5, 1, 2 ppm; 22 gün)	%70, %50, %40	Goswami vd. 2014
	Cu + Zn + Cd (4,1 + 4,3 + 7,3 ppm; 6 gün)	Cu: 0.38 mg/g Zn: 0.55 mg/g Cd: 1.25 mg/g	Török vd. 2015
	B (128 ppm; 7 gün)	4000 mg/kg	Gür vd. 2016
<i>L. gibba</i>	Zn (6, 10, 14, 18 ppm; 10 gün)	%61.3 – 71.3	Khellaf ve Zerdaoui, 2009
	Pb, Cr (2, 4, 10, 15 ppm; 12 gün)	Cr: %91,8 Pb: %96	Abdallah, 2012
	Pb, Cd (2, 5, 10 ppm; 7 gün)	Pb: %93.8, %97.2, %98.1 Cd: %84.8, %74.2, %61.5	Verma ve Suthar, 2015

Pistia stratiotes

Hg (10 ppb; 21 gün)	%80	Mishra, 2009
Pb (5 ppm; 7 gün)	%97	Vesely, 2011
Pb(0.0091 ppm; 30 gün)	%70.7	Aurangzeb vd. 2014
Cu (0.0028 ppm; 30 gün)	%66.5	
Cd (5, 10, 15, 20 ppm; 21 gün)	15.8, 16.4, 15.2, 10.4 mg/g	Das vd., 2014

Ceratophyllum demersum

Cu, Zn, Pb (10 ppm; 120 dk)	Cu: 6.17 mg/g Zn: 13.98 mg/g Pb: 44.8 mg/g	Keskinkan, 2004
Pb, Cr (2, 4, 10 ,15 ppm; 12 gün)	Cr: %84.3 Pb: %95	Abdallah, 2012
Pb (25, 50, 75 ppm; 7 gün)	%87.1, %92.8, %92.8	El-Khatib vd. 2014

Myriophyllum spicatum

Cu, Zn, Pb (10 ppm; 160 dk)	Cu: 10.3 mg/g Zn: 15.5 mg/g Pb: 46.6 mg/g	Keskinkan, 2003
Cu, Zn, Pb (10 ppm; 120 dk)	14, 6.2, 45 mg/g	Keskinkan, 2007
Co, Ni, Cu, Zn(atık su; 12 hafta)	1.67, 1.52, 766, 2883 mg/kg	Lesage vd. 2008
Pb (25, 50, 75 ppm; 7 gün)	%82.6, %87.6, %87.6	El-Khatib vd. 2014

KAYNAKLAR

- Abdallah, M.A.M. (2012). Phytoremediation of heavy metals from aqueous solutions by two aquatic macrophytes, *Ceratophyllum demersum* and *Lemna gibba* L. *Environ. Technol.* 33, 1609–1614
- Ahmad, S. S., Reshi, Z. A., Shah M. A., Rashid, I., Ara, R. & Andarabi, S. M. A. (2016). Heavy metal accumulation in the leaves of *Potamogeton natans* and *Ceratophyllum demersum* in a Himalayan RAMSAR site: management implications. *Wetlands Ecol Manage*, 24,469–475.
- Ajayi, T. O. & Ogunbayo, A. O. (2012). Achieving environmental sustainability in wastewater treatment by phytoremediation with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *J. Sustain. Develop.*, 5 (7), 80–90.
- Alrumman, S., El-kott, A. & Sherif, K. (2016). Water pollution: source and treatment. *American Journal of Environmental Engineering*, 6, 88-89.
- Alvarado, S., Guédez, M., Lué-Merú, M. P., Nelson, G., Alvaro, A., Jesús, A. C. & Gyula, Z. (2008). Arsenic removal from waters by bioremediation with the aquatic plants Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and lesser duckweed (*Lemna minor*). *Bioresource Technology*, 99, 8436-8440.
- Appenroth, K. J. (2010). Definition of “heavy metals” and their role in biological systems. *In Soil Heavy Metals*, 19, 19-29.
- Arora, A., Saxena, S. & Sharma, D. K. (2006). Tolerance and phytoaccumulation of chromium by three *Azolla* species. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22, 97-100.
- Arora, A., Sood, A. & Singh, P. K. (2004). Hyperaccumulation of cadmium and nickel by *Azolla* species. *Indian Journal of Plant Physiology*, 3, 302-304.
- Aurangzeb, N., Nisa, S., Bibi, Y., Javed, F. & Hussain, F. (2014). Phytoremediation potential of aquatic herbs from steel foundry effluent. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 31, 881-886.
- Axtell, N.R., Sternberg, S.P.K. & Claussen, K. (2003). Lead and nickel removal using *Microspora* and *Lemna minor*. *Bioresource Technology*, 89(1), 41-48.
- Baykal, H. & Baykal, T. (2008). “Küreselleşen Dünyada Çevre Sorunları”. *Mustafa Kemal Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 1-17.
- Boyd, R. S. (2004). Ecology of Metal Hyperaccumulation. *The New Phytologist*, 162(3), 563-567.
- Dai, L.P., Xiong ZT, Huang Y & Li MJ. (2006). Cadmium-induced changes in pigments, total phenolics, and phenylalanine ammonia-lyase activity in fronds of *Azolla imbricata*. *Environmental Toxicology*. 21,505–512.
- Das, S., Goswami, S. & Talukdar, A. D. (2014). A study on cadmium phytoremediation potential of water lettuce, *Pistia stratiotes* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 92(2), 169-174.
- Dhir, B. (2013). Phytoremediation: Role of Aquatic Plants in Environmental Clean-Up. 111p. Springer-Nature.
- Doni, S., Macci, C., Peruzzi, E., Iannelli, R. & Masciandaro, G. (2015). Heavy metal distribution in a sediment phytoremediation system at pilot scale. *Ecological Engineering*, 81, 146-157.
- Duffus, J. H. (2002). "Heavy metals" a meaningless term (*IUPAC Technical Report*). *Pure and Applied Chemistry*, 74(5), 793-807.
- El-Khatib, A.A., Hegazy, A.K. & Abo-El-Kassem, A.M. (2014). Bioaccumulation potential and physiological responses of aquatic macrophytes to Pb pollution. *International Journal of Phytoremediation*, 16, 29-45.
- Ergönül, M.B. & Atasağun, S. 2017. Chapter 16 -The effects of chronic low level zinc (Zn) exposure on the hematological profile of tench, *Tinca tinca* L.1758. In: Trends in fisheries and aquatic animal health, editor: Berilis, P. Bentham Science Publishing.
- Etim, E. E. (2012). Phytoremediation and Its Mechanisms: A Review. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 2(3), 120-136.

- Fisher, S. W. (1995). Mechanism of bioaccumulation in aquatic systems. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 142, 87-117.
- Forni, C., Chen, J., Tancioni, L. & Caiola, M. (2001). Evaluation of the fern *Azolla* for growth, nitrogen and phosphorus removal from wastewater. *Water Research*, 35(6), 1592-1598.
- Fu, F. & Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, 92, 407-418.
- Galal, T. M. & Farahat, E. A. (2015). The invasive macrophyte *Pistia stratiotes* L. as a bioindicator for water pollution in Lake Mariut, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11), 701.
- Garnczarska, M. & Ratajczak, L. (2000). Metabolic responses of *Lemna minor* to lead ions I. Growth, chlorophyll level and activity of fermentative enzymes. *Acta Physiol Plant*, 22(4), 423-7.
- Goswami, C., Majumder, A., Mishra, A.K. & Bandyopadhyay, K. (2014). Arsenic uptake by *Lemna minor* in hydroponic system. *Int. J. Phytorem.* 16, 1221-1227.
- Gupta, P., Roy, S. & Mahindrakar, A. B. (2012). Treatment of water using water hyacinth, water lettuce and vetiver grass - A review. *Resources and Environment*, 2(5), 202-215
- Gür, N., Türker, O.C. & Böcük, H. (2016). Toxicity assessment of boron (B) by *Lemna minor* L. and *Lemna gibba* L. and their possible use as model plants for ecological risk assessment of aquatic ecosystems with boron pollution. *Chemosphere*, 157, 1-9.
- Hasasn, S. H., Talat, M. & Rai, S. (2007). Sorption of cadmium and zinc from aqueous solutions by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Bioresource Technology*, 98(4), 918-928.
- Hou, W., Chen, X., Song, G., Wang, Q. & Chang, C. C. (2007). Effects of copper and cadmium on heavy metal polluted waterbody restoration by duckweed (*Lemna minor*). *Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 62-69.
- Hurd, N. A. & Sternberg, S.P.K. (2008). Bioremoval of aqueous lead using *Lemna minor*. *International Journal of Phytoremediation*, 10, 278-288.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B. & Beeregowda, K.N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60-72.
- Järup, L. (2003). Hazards of metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167-182.
- Jayaweera, M. W., Kasturiarachchia, J. C., Kularatnea, R. K. A. & Wijeyekoonb, S. L. J. (2008). Contribution of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) grown under different nutrient conditions to Fe-removal mechanisms in constructed wetlands. *J. Environ. Manage.* 87 (3), 450-460.
- Johnson, D., Kershaw, L., MacKinnon, A. & Pojar, J. (1995). *Plants of the Western Boreal Forest and Aspen Parkland*. Lone Pine, Vancouver, BC.
- Kara, Y., Basaran, D., Kara, I., Zeytinluoglu, A. & Genc, H. (2003). Bioaccumulation of nickel by aquatic macrophyta *Lemna minor* (duckweed). *Int. J. Agr. Biol.*, 5 (3), 281-283.
- Keskinkan, O., Goksu, M. Z. L., Basibuyuk, M. & Forster, C. F. (2004). Heavy metal adsorption properties of a submerged aquatic plant (*Ceratophyllum demersum*). *Bioresour Technol.*, 92(2), 197-200.
- Keskinkan, O., Göksu, M. Z. L., Yuceer, A., Başibüyük, M. & Forster, C. F. (2003). Heavy metal adsorption characteristics of a submerged aquatic plant (*Myriophyllum spicatum*). *Process Biochemistry*, 1-5.
- Keskinkan, O., Goksu, M. Z. L., Yuceer, A. & Basibuyuk, M. (2007). Comparison of the adsorption capabilities of *Myriophyllum spicatum* and *Ceratophyllum demersum* for zinc, copper and lead. *Eng Life Sci.*, 7, 192-196.
- Khellaf, N. & Zerdaoui, M. (2009). Phytoaccumulation of zinc by the aquatic plant, *Lemna gibba* L. *Bioresource Technology*, 100, 6137-6140.

- Khosravi, M., Rakhshae, R. & Ganji, M. T. (2005). Pre-treatment processes of *Azolla filiculoides* to remove Pb(II), Cd(II), Ni(II) and Zn(II) from aqueous solution in the batch and fixed-bed reactors. *Journal of Hazardous Materials*, 127(1-3),228-237.
- Kocataş, A. (2008). Çevre kirlenmesi, Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, pp. 456-471,İzmir.
- Kulshreshtha, A., Ranu, A., Manika, B. & Shilpi, S. (2014). A Review on bioremediation of heavy metals in contaminated water. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8, 44-50.
- Lesage, E., Mundia C., Rousseau, D. PL., Van de Moortel UGent, A., Du Laing UGent, G., Tack UGent, F., De Pauw, N. & Verloo, M. (2008). Removal of heavy metals from industrial effluents by the submerged aquatic plant *Myriophyllum spicatum* L. Wastewater treatment, plant dynamics and management in constructed and natural wetlands. p.211-221
- Liao, S.W. & Chang, W.L. 2004. Heavy metal phytoremediation by water hyacinth at constructed wetlands in Taiwan. *Journal of Aquatic Plant Management*. 42, 60-68.
- Lissy, P. N. M. & Madhu, G. (2011). Removal of heavy metals from waste water using water hyacinth. *ACEE International Journal On Transportation And Urban Development. (IJTUD)*, 1, 48-52.
- Lu, Q., He, Z. L. & Graetz, D. A. (2011). Uptake and distribution of metals by water lettuce (*Pistia stratiotes* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 18, 978-86
- Maine, M. A., Sune, N. & Hadad, H. (2006). Nutrient and metal removal in a constructed wetland for wastewater treatment from a metallurgic industry. *Ecological Engineering*, 26, 341-347.
- Maltby, L., Arnold, D., Arts, G., Davies, J., Heimbach, F., Pickl, C. & Poulsen, V. (2010). Aquatic macrophyte risk assessment for pesticides. SETAC Europe Workshop AMRAP, Wageningen, Netherlands, pp 135. SETAC Press & CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.
- Miretzky, P. Saralegui, A. & Cirelli, A. F. (2004). Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals. *Chemosphere*, 57, 997-1005.
- Mishra, V. K. & Tripathi, B. D. (2008). Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes. *Bioresource Technology*, 99(15), 7091-7097.
- Mishra, V.K. & Tripathi, B.D. (2009). Accumulation of chromium and zinc from aqueous solutions using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Hazardous Materials*, 164(2-3), 1059-1063.
- Mishra, V. K., Tripathi, B. D. & Kim, K. H. (2009). Removal and accumulation of mercury by aquatic macrophytes from an open cast coal mine effluent. *Journal of Hazardous Materials*, 172(2-3),749-54.
- Mokhtar, H., Morad, N. & Fizri, F.F.A. (2011). Hyperaccumulation of copper by two species of aquatic plants. *Intern. Conf. Environ. Sci. Eng. IPCBEE* 8. IACSIT Press, Singapore.
- Moyo, P., Chapungu, L. & Mudzengi, B. (2013). Effectiveness of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in remediating polluted water: The case of Shagashe river in Masvingo, Zimbabwe. *Advances in Applied Science Research*, 4(4),55-62.
- Nahlik, A. & Mitsch, W. J. (2006). Tropical treatment wetlands dominated by free-floating macrophytes for water quality improvement in Costa Rica. *Ecological Engineering*, 28(3), 246-257.
- Noorjahan, C. M. & Jamuna, S. (2015). Biodegradation of sewage waste water using *Azolla microphylla* and its reuse for aquaculture of fish *Tilapia mossambica*. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 9(3), 75-80.
- Odjegba, V.J. & Fasidi, I.O. (2004). Accumulation of trace elements by *Pistia stratiotes*: implications for phytoremediation. *Ecotoxicology*, 13(97), 637-646.
- Özbolat, G. & Tuli, A. (2016). Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi* 25(4), 502-521.

- Pandey, V.C. (2012). Phytoremediation of heavy metals from fly ash pond by *Azolla caroliniana*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 82(1), 8-12.
- Raghav, N. & Shrivastava, J. N. (2016). Toxic pollution in river water and bacterial remediation: An overview. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(4), 244-266.
- Rai, P. K. (2008). Phytoremediation of Hg and Cd from industrial effluents using an aquatic free floating macrophyte *Azolla pinnata*. *Int. J. Phytorem*, 10, 430–439.
- Rai PK. (2010). Microcosom investigation of phytoremediation of Cr using *Azolla pinnata*. *International Journal of Phytoremediation*.12, 96–104.
- Rai, U. N., Sinha, S., Tripathi, R. D. & Chandra, P. (1995). Wastewater treatability potential of some aquatic macrophytes: removal of heavy metals. *Ecol. Eng.*, 5, 5-12.
- Razzaq, R. (2017). Phytoremediation: An environmental friendly technique - A review. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 4(2), 195.
- Roberts, A. E., Boylen, C. W. & Nierzwicki-Bauer, S. A. (2014). Effects of lead accumulation on the *Azolla caroliniana*-*Anabaena* association. *Ecotoxicol Environ Saf*. 10.1016/j.ecoenv.2014.01.019. Epub 2014 Feb 5
- Sanchez-Galvan, G., Monroy, O., Gomez, J. & Olguin, E. J. (2008). Assessment of the hyperaccumulating lead capacity of *Salvinia minima* using bioadsorption and intracellular accumulation factors. *Water, Air, and Soil Pollution*, 194, 77-90.
- Shafi, N., Pandit, A. K., Kamili, A. N. & Mushtaq, B. (2015). Heavy metal accumulation by *Azolla pinnata* of Dal Lake ecosystem. *India. Journal of Environment Protection and Sustainable Development*, 1(1), 8-12.
- Sharma, S., Singh, B. & Manchanda, V. K. (2015). Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 22(2), 946-962.
- Sood, A., Uniyal, P. L., Prasanna, R. & Ahuwalia, A. S. (2011). Phytoremediation potential of aquatic macrophyte, *Azolla*. *AMBIO*, 41, 122–137
- Stankovic, Z., Pajevic, S. & Vuckovic, M. (2000). Concentrations of trace metals in dominant aquatic plants of the Lake Provala (Vojvodina, Yugoslavia). *Biologia Plantarum*, 43(4), 583-585.
- Tackholm, V. (1974). Student's flora of Egypt, 2nd edition, P: 888 Cairo University (publ.), co-operation printing company, Beirut.
- Tangahu, B. J., Abdullah, S. R. S., Basri, H., Idris, M., Anuar, N. & Mukhlisin, M. (2011). A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*, Article ID 939161, 31 pp.
- Taylan, Z. S. & Böke Özkoç, H. (2007). Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biokullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, 9(2), 17-33.
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K. & Sutton, D. J. (2012). Heavy Metals Toxicity and the Environment. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*, 101, 133-164.
- Török, A., Gulyás, Z., Szalai, G., Kocsy, G. & Majdik, C. (2015). Phytoremediation capacity of aquatic plants is associated with the degree of phytochelatin polymerization, *J. Hazard. Mater.* 299, 371-378.
- Tyagi, S., Garg, N. & Paudel, R. (2014). Environmental degradation: Causes and consequences. *European Researcher*, 81(8-2), 1491-1498.
- Tripathi, A. & Ranjan, M. R. (2015). Heavy metal removal from wastewater using low cost adsorbents. *J Bioremed Biodeg*, 6, 315
- Tripathy, B. D. & Upadhyay, A. R. (2003). Dairy effluent polishing by aquatic macrophytes. *Water. Air. Soil. Pollut.*, 9, 377-385.
- US EPA. (Environmental Protection Agency), "Introduction To Phytoremediation", EPA/600/r-99/107, Cincinnati, Ohio, U.S.A, pp: 72, <http://www.clu-in.org>

- Üçüncü, E., Tunca, E., Fikirdeşici, Ş., Özkan, A. D. & Altındağ, A. (2013). Phytoremediation of Cu, Cr and Pb Mixtures by *Lemna minor*. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 91, 600-604.
- Ünlü, A. & Tunç, M. S. (2007). Eysel Atıksu deşarjı öncesinde ve sonrasında kehli deresi'nin su kalitesi değişiminin incelenmesi, *İtüdergisi/E Su Kirlenmesi Kontrolü*, 17(2), 65-75.
- Vasavi, A., Usha, R. & Swamy, P. M. (2010). Phytoremediation – An overview review. *Journal of Industrial Pollution Control*, 26(1), 83-88.
- Verma, R. & Suthar, S. (2015). Lead and cadmium removal from water using duckweed—*Lemna gibba* L.: impact of pH and initial metal load. *Alex. Eng. J.* 54, 1297–1304.
- Vesely, T. Tlustos, P. & Szakova, J. (2011). The use of water lettuce (*Pistia Stratiotes* L.) for rhizofiltration of a highly polluted solution by cadmium and lead. *International Journal of Phytoremediation*, 13(9), 859-872.
- Wang, J., Feng, X., Anderson, C. W., Xing, Y. & Shang, L. (2012). Remediation of mercury contaminated sites - A review. *Journal of Hazardous Materials*, 221-222, 1-18.
- Wetzel, R. G. (2001). Limnoloji: Göl ve Nehir Ekosistemleri. 3. Basımdan Çeviri. Çeviri Editörü; M. B. Ergönül. 2017. 1006 p. Nobel Yayınevi. Ankara
- Yabanlı, M. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in tissues of the gibel carp *Carassius gibelio*: Example of Marmara Lake, Turkey. *Russian Journal of Biological Invasions*, 5(3),217-224.
- Yalçın, V. (2014). Bazı Ağır Metallerin (Pb, Cd, Ni) Sucul Bitkiler (*Salvinia natans* (L.), *Lemna minor* L.) Üzerinde Yaptığı Stres Ve Biyolojik Yanıtlar, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Nevşehir.
- Yavuz, O. & Sarıgül, N. (2016). Toprak ve sucul ortamlardaki ağır metal kirliliği ve ağır metal dirençli mikroorganizmalar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 44-51.
- Zeraatkar, A. K., Ahmadzadeh, H., Talebi, A. F., Moheimani, N. R. & McHenry, M. P. (2016). Potential use of algae for heavy metal bioremediation, a critical review. *Journal of Environmental Management*, 181, 817-831.

*****Sayfa boyutu :B5 (17,6-25 cm) olarak düzenleme yapılmalı**

*****Kenar boşlukları :Üst:2 alt:2 sol:2 sağ:1,5 cilt payı:0**

S A B L O N M A K A L E

Thiacloprid ve D-Tubokurarın'ın *Rana ridibunda* Gastrokinemius Kası Üzerine Toksik Etkileri III: Oksidatif Potansiyel* (11 punto)

(1 satır boşluk)

İsim SOYİSİM^{1}, İsim SOYİSİM¹, İsim SOYİSİM² (10 punto)**

(1 satır boşluk)

¹Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Mersin (10 punto)

²Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Mersin (10 punto)

(1 satır boşluk)

****Sorumlu Yazar: ycamlica@yahoo.com (10 punto)**

Basılı ISSN: 1300 – 4891 E.Dergi ISSN: 1308 - 7517

Özet (9 punto – sonrasında 6nk aralık)

0,5Bu çalışmada neonicotinoid bir insektisit olan thiacloprid ve antagonisti d-tubokurarın'ın kurbağa gastrokinemius kasında, tiyobarbitürik asit reaktif madde düzeyleri ve katalaz enzim aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneylerde 35 adet kurbağa kas preparatı kullanılmıştır. (9 punto)

Anahtar kelimeler: Thiacloprid, d-tubokurarın, kurbağa, , oksidatif stres. (9 punto öncesinde 6nk aralık)

(1 satır boşluk)

Toxic Effects of Thiacloprid and D-Tubocurarine on *Rana ridibunda* Gastrocnemius Muscle III: Oxidative Potential (9 punto)

(1 satır boşluk)

Abstract (9 punto – sonrasında 6nk aralık)

In this study, the effects of neonicotinoid insecticide thiacloprid and its antagonist d-tubocurarine on the amount of thiobarbituric acid reactive substances and their effects on catalase enzyme activity was investigated in frog gastrocnemius muscle. In the experiments 35 frog muscle preparations were used. The isolated gastrocnemius muscle was subjected to four different concentrations of thiacloprid (250, 25, 2.5 ve 0.25 mg L⁻¹) for 120 minutes.

Keywords: Thiacloprid, d-tubocurarine, frog, oxidative stress. (9 punto öncesinde ve sonrasında 6nk aralık)

***Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (veya varsa proje desteği yazılmalı) (9 punto)**

(1 satır boşluk)

GİRİŞ / INTRODUCTION(11 punto sonrasında 6nk aralık)

0,5Neonikotinoidler, insektisitlerin son 30 yılda geliştirilen en yeni sınıfı olup homopterler, hemipterler ve siphonapterler gibi tarım zararlılarına ve evcil hayvanların dış parazitlerine karşı mücadelede önem kazanarak (Tomizawa ve Casida, 2005) organofosforlu, organoklorlu ve piretroid bileşiklerin yerini almaya başlamıştır (Kocaman ve Topaktaş, 2007).

(1 satır boşluk)

MATERYAL ve YÖNTEM / MATERIAL and METHODS(11 pt sonra 6nk aralık)

Kimyasallar (11 punto sonrasında 6nk aralık)

Deneylerde kimyasal olarak, potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄), disodyum hidrojen fosfat (Na₂HPO₄), hidrojen peroksit (H₂O₂), sodyum dodesil sülfat (SDS), asetik asit, tiyobarbitürik asit (TBA).

Biyokimyasal Analizler (11 punto öncesinde ve sonrasında 6nk aralık)

İzole edilen gastrokinemius kasları, 120 dakika boyunca 250, 25, 2,5 ve 0,25 mg/L thiacloprid çözeltilerinde, 2,5 mg/L thiacloprid ile 80 mg/L d-tubokurarın karışımında ve

0,25 mg/L thiacloprid ile 8 mg/L d-tubokurarin karışımında ayrı ayrı bekletilmiştir. Kontrol grubundaki kas dokuları ise, 120 dakika süresince Ringer çözeltisinde

BULGULAR / RESULTS (11 punto sonrasında 6nk aralık)

Thiacloprid ve D-Tubokurarin'in CAT Enzim Aktivitesi...(11 punto sonrasında 6nk)

Thiacloprid ve d-tubokurarin'in CAT enzim aktivitesi üzerine etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Thiacloprid'in uygulandığı bütün gruplarda, kontrol grubuna göre, konsantrasyona bağlı olarak CAT enzim aktivitesinde azalma meydana gelmiştir.....

(1 satır boşluk)

TARTIŞMA ve SONUÇ / DISCUSSION (11 punto sonrasında 6nk aralık)

Bu çalışmada, thiacloprid ve thiacloprid ile d-tubokurarin kombinasyonuna maruz bırakılan kurbağa gastrokinemius kaslarında meydana gelebilecek oksidatif hasar biyokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda, 250 ve 25 mg/L gibi yüksek konsantrasyonlarda

Tablo sayfaya ortalı yerleştirilmeli. Tablo içi yazılar max 10punto ayarlanmalı

Tablo 5. / Table 5. Çalışma kapsamında örneklenen *L.vulgaris*, *S. officinalis* ve *P. semisulcatus* türlerinin günlük **(10 punto sonrasında 6nk aralık, tablonun sol tarafına hizalı,)**

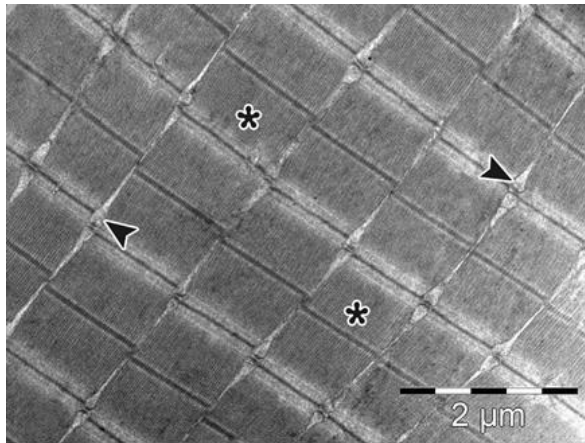
Metal	THMA ^a	THMA ^b	TGMA ^c	<i>L.vulgaris</i> HMA ^d (GMA ^e)	<i>S. officinalis</i> HMA ^d (GMA ^e)	<i>P.semisulcatus</i> HMA ^d (GMA ^e)
Cr ⁺³	10500 ^x	735000	105000	163,8 (23,4) ^w	93,8 (13,4) ^z	*TE
Cr ⁺⁶	21 ^x	1470	210	163,8 (23,4) ^w	93,8 (13,4) ^z	*TE
Mn	980 ^x	68600	9800	61,6 (8,8)	61,6 (8,8)	58,8 (8,4)
Ni	140 ^x	9800	1400	19,6 (2,8)	26,6 (3,8)	25,2 (3,6)
As ^y	2,1 ^x	147	21	26,6 (3,8) ^z	139,01 (19,85) ^z	31,36 (4,48) ^z
Sn	14000	980000	140000	19,6 (2,8)	23,8 (3,4)	64,4 (9,2)

^a Tolare edilebilir haftalık metal alımı (THMA) (µg/hafta/kg vücut ağırlığı).

^b 70 kg'lık bir insan için THMA (µg/hafta/70 kg vücut ağırlığı).

^c70 kg'lık bir insan için kabul edilen.... **(Alt bilgi yazıları 8 punto, tablonun sol tarafına hizalı)**

Şekil ve şekil yazısı sayfaya ortalı yerleştirilmeli



Şekil 1. / Figure 1. Kontrol grubu. Bütünüyle normal görünümüne sahip....**(10 punto, öncesinde 6nk aralık-makale devamı için 1 satır boşluk)**

İkinci örnek tablo
Kısaltmalar haricinde sadece ilk harf büyük olmalı

Tablo 1. / Table 1. Farklı oranlarda kekik uçucu yağı ile beslenen yavru ve juvenil gökkuşağı alabalıklarında biyometrik parametreler (X±SD)*

	Deneme grupları (mg/kg)			
	Kontrol	0,25	1,5	3,0
Yavru alabalıkların büyüme ilişkin verileri				
Deneme başlangıç ağırlığı (g)	0,41±0,10	0,39±0,13	0,40±0,12	0,36±0,08
Deneme sonu ağırlığı (g)	2,00±0,56 ^b	2,10±0,57 ^a	2,23±0,65 ^a	2,01±0,46 ^{ab}
Canlı ağırlık artışı (g) (CAA) ^a	1,59±0,54 ^b	1,70±0,62 ^{ab}	1,83±0,63 ^a	1,64±0,46 ^{ab}
Spesifik büyüme oranı (SBO)^b	1,75±0,05	1,87±0,20	1,91±0,06	1,90±0,03
Yem dönüşüm oranı (FCR) ^c	0,95±0,05	0,89±0,11	0,82±0,05	0,91±0,04
Yaşama oranı (%) (YO) ^d	78,57±15,72	81,90±4,59	75,71±7,96	79,52±7,87
Juvenil alabalıkların büyüme ilişkin verileri				
Deneme başlangıç ağırlığı (g)	27,66±3,98	27,91±4,08	27,86±3,52	28,05±3,70
Deneme sonu ağırlığı (g)	75,98±15,87 ^c	79,36±9,83 ^b	90,73±12,19 ^a	90,72±12,68 ^a
Canlı ağırlık artışı (g) (CAA)	48,31±2,18 ^b	51,45±1,45 ^b	62,68±2,57 ^a	62,91±1,38 ^a
Spesifik büyüme oranı (SBO)	4,30±0,05 ^b	4,37±0,03 ^b	4,59±0,02 ^a	4,59±0,09 ^a
Yem dönüşüm oranı (FCR)	1,38±0,03 ^{ab}	1,31±0,05 ^a	1,14±0,10 ^c	1,11±0,04 ^c
Yaşama oranı (%) (YO)	96,66±0,82 ^b	98,09±0,82 ^a	99,04±0,82 ^a	99,52±0,82 ^{ab}

* Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki açıdan önemlidir (p<0,05)

a Canlı ağırlık artışı (CAA) = Den. Sonu Ort. Ağı. - Den. Baş. Ort. Ağır.

b Spesifik büyüme oranı (SBO) = 100x [(Ln Son Ağır. - Ln Baş. Ağır) / gün sayısı]

c Yem dönüşüm oranı (FCR) = Top. Tüket. Yem Mik. (g) / Topl. kazan. Canlı Ağır.

d Yaşama oranı (YO) = (Deneme sonu tankta kalan balık sayısı / Deneme başı balık sayısı) X 100

(1 satır boşluk)

.....Bu sonuçlar, günümüzde yaygın olarak kullanılan insektisitlerin, hedef olmayan organizmalar üzerine, çevresel toksik etkilerinin moleküler mekanizmasının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.....

(1 satır boşluk)

KAYNAKLAR / REFERENCES (10 punto sonrasında 6nk aralık)

- Aruoma, O. I. (1998). Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), 199-212.
- Aydin, B. (2011). Effects of thiacloprid, deltamethrin and their combination on oxidative stress in lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma of rats. *Pesticide biochemistry and physiology*, 100(2), 165-171.

Banerjee, B. D., Seth, V., Bhattacharya, A., Pasha, S. T., & Chakraborty, A. K. (1999). Biochemical effects of some pesticides on lipid peroxidation and free-radical scavengers. *Toxicology letters*, 107(1), 33-47(10 punto Girinti ayarı “Asılı, 1cm”)

Kaynak Gösterme : APA standardı kullanılmalı.

https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf

(Ulaşılan pdf dosya sonunda yardımcı site adresleri vardır)

Google akademik sonuçları için aşağıdaki kısa yol kullanılabilir.

Metin içi kaynak gösterimi (atıf, gönderme) yaparken; kısaltmalarda Türkçe makaleler için “ve” “vd.” – İngilizce makaleler için “and” “et al.” kullanılmalı. Birden çok kaynağa tek seferde atıf yapılacaksa kronolojik sıralama yapılmalıdır, aynı yıla ait çalışmalar için alfabetik sıralama yapılmalıdır

Metin içi kaynak gösterimi Örnekleri: (Shalaby vd., 2006; Goda, 2008; Nya ve Austin 2009)
Shalaby vd. (2006)’ya göre
Goda (2008)’ya göre
Nya ve Austin (2009)’e göre

DİĞER AÇIKLAMALAR

Adres yazımı :Üniversite(kurum) – Fakülte – Bölüm – İl (Büyük iller veya merkez dışında ise ilçe ve yabancı yayınlarda ülke de yazılmalı)

Yazı stili :Tüm makalede Times New Roman yazı stili kullanılmalı. İlk sayfa, tablo ve şekil yazıları biçim olarak örnek makalede belirtilmiştir. Bunların dışında tüm makale 11punto – iki yana yaslı – satır aralığı tek – satır öncesi/sonrası aralık 0 – paragraf başlangıcı ilk satır 0,5cm olarak ayarlanmalıdır.

Ondalık gösterim :Türkçe makalelerde “,(virgül)” İngilizce makalelerde “.(nokta)” olmalı.

Anahtar kelimeler :En az üç, en çok beş kelime içermeli

Normal Aralık Yok Başlık 1 Başlık 2 Konu Başlı... Al

Paragraf Stiller

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Paragraf

Girintiler ve Aralıklar Satır ve Sayfa Sonu

Genel

Hizalama: İki Yana Yasla

Anahat düzeyi: Gövde Metni Varsayılan olarak daraltılmış

Girinti

Sol: 0 cm

Şağ: 0 cm

Özel: İlk satır (yok) İlk satır Asılı

Değer: 0,5 cm

Karşılıklı girintiler

Aralık

Önce: 0 nk

Sonra: 0 nk

Satır aralığı: Tek

Değer:

Aynı stildeki paragrafların arasına boşluk ekleme

Önizleme

Öncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli Paragraf

Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin

Sonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı Paragraf

Sekmeler... Varsayılan Olarak Ayarla Tamam İptal

SDU-JEFF

(Süleyman Demirel University Journal of Eğirdir Fisheries Faculty)

Copyright Release Form

Manuscript Submit Date:/...../.....

Manuscript Title :

The author(s) warrant(s) that;

- The manuscript is original and is not being forwarded for publish and assessment to publication elsewhere after sending *SDU-JEFF (Süleyman Demirel University Journal of Eğirdir Fisheries Faculty)*
- The publishing, printing and distribution of the article is belong to the legal entity under name *SDU-JEFF*.
- The written and visual materials such as the text, tables, figures and graphics etc. of the manuscript don't contain any copyright infringement, and the all legal permissions for them have been taken by the author(s).
- The all scientific, ethic and legal responsibility of the article is belong to author(s).

Notwithstanding the above, the Contributor(s) or, if applicable the Contributor's Employer, retain(s) all proprietary rights other than copyright, such as

- ✓ The patent rights,
- ✓ The using rights of the all authors will be published in book or other work without paying fees,
- ✓ The rights to reproduce the article for their own purposes provided are not sell under the seal of secrecy of distribution rights, and in accordance with the following conditions has been accepted by us.

Full Name, Address of Corresponding Author:

E-Mail : Signature :

Full Name	Address	Signature

Süleyman Demirel University, Eğirdir Fisheries Faculty
East Campus, Isparta-Turkey

Phone: (+90) 246 2118676 e-mail: jeff@sdu.edu.tr web: <http://dergipark.gov.tr/egirdir>